

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANO POR  
EFECTO DEL MOMENTO DE APLICACIÓN FOLIAR DE  
DOS EXTRACTOS HUMICOS EN EL FRIJOL LOCTAO  
(Vigna radiata L.) VALLE DEL MEDIO PIURA 2017”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**Br. BALTAZAR EMILIO LOZADA ABRAMONTE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ  
2018**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANO POR  
EFECTO DEL MOMENTO DE APLICACIÓN FOLIAR DE  
DOS EXTRACTOS HUMICOS EN EL FRIJOL LOCTAO  
(*Vigna radiata* L.) VALLE DEL MEDIO PIURA 2017”**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA PARA  
OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**ING. VÍCTOR R. TULLUME CAPUÑAY MBA.  
ASESOR**

**Br. BALTAZAR EMILIO LOZADA ABRAMONTE  
TESISTA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ  
2018**

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE LA TESIS**

Yo: **Br. BALTAZAR EMILIO LOZADA ABRAMONTE**, identificado con DNI N° 47207336, Bachiller de la Escuela Profesional de Agronomía, de la Facultad de Agronomía y domiciliado en Caserío Paccha Maz.27 Lote 05 Chulucanas, Provincia de Morropón, Departamento de Piura.

Celular: 981753006

Correo: Emilio\_1\_90@hotmail.com

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que la tesis que presento es auténtica e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código penal concordante con el Art. 32 de la ley N° 27444, y ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fé de lo cual firmo la presente.

Piura, Junio del 2018.

.....

DNI N° 47207336



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**



**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANO POR  
EFECTO DEL MOMENTO DE APLICACIÓN FOLIAR DE  
DOS EXTRACTOS HUMICOS EN EL FRIJOL LOCTAO  
(*Vigna radiata* L.) VALLE DEL MEDIO PIURA 2017”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**Br. BALTAZAR EMILIO LOZADA ABRAMONTE**

**APROBADO POR:**

**Dr. JUAN G. ADANAQUÉ ZAPATA**  
**PRESIDENTE**

**ING. DAVID SAAVEDRA CHUMACERO**  
**VOCAL**

**ING. ANA MARÍA MONTERO SALAZAR**  
**SECRETARIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ**  
**2018**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
COMISION DE INVESTIGACION AGRICOLA





**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
012-2018-CIAFA-UNP**

Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "EVALUACIÓN DE LA PRODUCCION DE GRANO POR EFECTO DEL MOMENTO DE APLICACIÓN FOLIAR DE DOS EXTRACTOS HUMICOS EN EL FRIJOL LOCTAO (*Vigna radiata* L.) VALLE DEL MEDIO PIURA. 2017", conducido por el BR. BALTAZAR EMILIO LOZADA ABRAMONTE asesorado por el Ing. Víctor R. Túllume Capuñay MBA.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, la declaran APROBADO....., en consecuencia queda en condiciones de ser calificado APTO para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 01 de Marzo del 2018.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Juan G. Adanaqué Zapata  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Ing. David Saavedra Chumacero  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Ana María Montero Salazar  
Secretario

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a **DIOS** por darme salud y las fuerzas necesarias para vencer todo obstáculo en mi carrera universitaria

A mis padres: **Sara Mariella Abramonte Márquez y Roquelin Lozada Rosas**.  
Que con su esfuerzo y trabajo me dieron su apoyo incondicional en cada momento de mi vida. A mi madre querida por depositar su confianza y amor en mí, dejándome tomar mis propias decisiones.

A mis hermanas: **Merliza Milagros Lozada Abramonte y Nelly Mariella Lozada Abramonte** que siempre estuvo pendiente de mi desarrollo personal y profesional.

A todos las personas que estuvieron conmigo durante la carrera universitaria demostrándome su cariño y lealtad.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias de corazón a todos los ingenieros que compartieron sus conocimientos para hacer de esta persona un profesional competitivo.

A mi asesor **Víctor Raúl Túllume Capuñay**, por todos los conocimientos impartidos, por las anécdotas y amistad brindada, por confiar en mí y animarme a superarme constantemente, sin su apoyo no hubiera sido fácil la culminación de esta tesis.

Gracias a todos por vuestro apoyo respaldo y gran aprecio a lo largo de estos años

## RESUMEN

El trabajo de investigación actual, se desarrolló teniendo como Objetivo general: Evaluar la producción de grano por efecto del momento de aplicación foliar de dos extractos húmicos en el frijol loctao (Vigna radiata L.) Valle del Medio Piura, y como Objetivos específicos: Determinar el extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao. Determinar el momento de aplicación de extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao. Determinar el efecto de la interacción de los factores en estudio sobre las características morfoproductivas del frijol Loctao y establecer la mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación.

Se empleó la variedad “Jumbo” de procedencia del Instituto de Desarrollo Agrario de Lambayeque – IDAL.

El diseño de investigación desarrollado es Experimental. El nivel desarrollado en la presente investigación es descriptivo y explicativo. En el presente experimento se empleó el diseño experimental de “Bloques Completos al Azar” (BCA) dispuestos en parcelas divididas, estudiándose en parcelas el factor Extracto húmico y en sub-parcelas el factor Momento de aplicación.

El suelo del campo experimental se caracterizó por presentar una clase textural franco arenoso, un pH igual a 7.13, bajo contenido de materia orgánica y de nitrógeno total, nivel de fósforo medio así como un nivel alto de potasio. El suelo experimental no presentó problemas de sales.

Las conclusiones a las que se llegó en el presente experimento fueron:

El extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol loctao fue el Humix Gen 25, que permitió lograr una producción de 2003.91 kg/ha. El momento de aplicación de extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao fue el del Botoneo floral con el que se logró 2173.18 kg/ha. La interacción de los



factores en estudio manifestaron efecto significativo sobre las características morfoproductivas de: rendimiento de grano, número de vainas por planta, peso de 100 granos, altura de planta y área foliar por planta. La interacción de mejor relación beneficio costo fue: Humix Gen 25 x Botoneo floral al obtener un valor de 0.52.

**Palabras claves:** Producción de grano, Momento de aplicación, Extractos húmicos, Frijol loctao, Características morfoproductivas.

## **ABSTRACT**

The current research work was developed with the following objectives: To evaluate the production of grain by effect of the foliar application time of two humic extracts in the loctao bean (Vigna radiata L.), Valle del Medio Piura, and as Specific objectives: Determine the humic extract of better effect on the grain yield of the Loctao bean. Determine the moment of application of humic extract of better effect on grain yield of Loctao bean. To determine the effect of the interaction of the factors under study on the morpho-productive characteristics of the Loctao bean and to establish the best benefit-cost relation in the present research work.

The variety "Jumbo" from the Institute of Agrarian Development of Lambayeque - IDAL was used.

The research design developed is Experimental. The level developed in the present investigation is descriptive and explanatory. In the present experiment, the experimental design of "Complete Random Blocks" (BCA) arranged in divided plots was used, the Humic Extract factor being studied in plots and the Moment of Application factor in sub-plots.

The soil of the experimental field was characterized by a sandy loam textural class, a pH equal to 7.13, low content of organic matter and total nitrogen, medium phosphorus level as well as a high level of potassium. The experimental soil did not present salt problems.

The conclusions reached in the present experiment were:

The humic extract with the best effect on the grain yield of the locta bean was the Humix Gen 25, which allowed to achieve a production of 2003.91 kg / ha. The moment of application of humic extract of better effect on the grain yield of the Loctao bean was that of the floral Botoneo with which 2173.18 kg / ha was achieved. The interaction of the factors under study showed a significant effect on the morphoproductive characteristics of: grain yield, number

of pods per plant, weight of 100 grains, plant height and foliar area per plant. The interaction of the best cost-benefit ratio was: Humix Gen 25 x Botoneo floral to obtain a value of 0.52

**Key words:** Grain production, Application moment, Humic extracts, Locta bean, Morpho-productive characteristics.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN...	01
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA</b> .....	02
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	02
1.2 Formulación del problema de la investigación.....	02
1.2.1 Problema General.....	02
1.2.2 Problemas específicos.....	02
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	03
1.4. Objetivos.....	04
1.4.1 Objetivo general.....	04
1.4.2 Objetivos específicos.....	04
1.5. Delimitación de la investigación.....	04
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	07
2.1. Antecedentes de la investigación.....	07
2.2. Bases teóricas.....	11
2.3. Glosario de términos básicos.....	27
2.4. Hipótesis.....	27
2.4.1 Hipótesis General.....	27
2.4.2 Hipótesis Específicas.....	27
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b> .....	29
3.1. Enfoque.....	29
3.2. Diseño.....	29
3.3. Nivel y tipo.....	29
3.4. Sujetos de la investigación: Universo, población, muestra .....	29
3.5. Métodos y procedimientos.....	30
3.5.1. Análisis físico-químico del suelo.....	30
3.5.2. Observaciones climáticas.....	30

3.5.3. Factores en estudio.....	30
3.5.4. Tratamientos en estudios.....	31
3.5.5. Materiales y equipos.....	32
3.5.6. Conducción del experimento.....	33
3.5.7. Observaciones experimentales.....	35
3.5.8. Análisis económico.....	36
3.6 Técnicas e instrumentos.....	37
3.7 Características del campo experimental.....	37
 <b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	 38
4.1. Análisis físico-químico del suelo experimental.....	38
4.2. Condiciones climatológicas.....	40
4.3. Rendimiento de grano (Kg /ha.).....	42
4.4. Número de vainas por planta.....	48
4.5. Número de granos por vaina.....	53
4.6. Peso de 100 granos (g.).....	58
4.7. Altura de planta (cms.).....	63
4.8. Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> ) .....	68
4.9. Número de nódulos por planta.....	73
4.10. Análisis económico.....	77
 <b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....</b>	 80
 <b>CAPÍTULO VI : RECOMENDACIONES.....</b>	 81
 <b>CAPÍTULO VII : REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	 82
 <b>CAPÍTULO VIII: ANEXOS .....</b>	 87

## ÍNDICE DE CUADROS

N°	Pág.
3.1 Determinaciones del análisis físico-químico del suelo experimental.....	30
3.1 Factores en estudio.....	31
3.2 Tratamientos en estudio.....	32
4.1 Resultados del análisis físico – químico del suelo del campo Experimental.....	39
4.2 Datos climatológicos promedios mensuales durante ejecución del experimento. Piura 2017.....	41
4.3 Análisis de varianza para el Rendimiento de grano (Kg. /área cosechable: 6 x 1.60: 9.60 m <sup>2</sup> ) .....	45
4.4 Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción sobre el Rendimiento de grano (kg/ha.) .....	45
4.5 Análisis de varianza para Número de vainas por planta.....	50
4.6 Efectos principal Extractos húmicos, Momentos de aplicación e Interacción sobre el Número de vainas por planta. Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad .....	50
4.7 Análisis de varianza para Número de granos por vaina.....	55
4.8 Efectos principales: Extractos húmicos, Momentos de aplicación, e Interacción sobre el Número de granos por vaina. Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad ...	55
4.9 Análisis de varianza para Peso de 100 granos (g.).....	60
4.10 Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción sobre el Peso de 100 granos (g).....	60
4.11 Análisis de varianza para Altura de planta (cms.).....	65
4.12 Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Extractos húmicos, Momentos de aplicación e Interacción sobre Altura de planta (cms).....	65
4.13 Análisis de varianza para Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> ) .....	70
4.14 Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción sobre el Área foliar por planta.....	70
4.15 Análisis de varianza para Número de nódulos por planta.....	74

4.16 Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Extractos húmicos Momentos de aplicación e interacción sobre el Número de nódulos por planta	74
4.17 Análisis económico.....	78
4.18 Costo de producción por hectárea.....	79

## ANEXOS

8.1 Resumen de los cuadrados medios y niveles de significación delas características estudiadas durante el experimento.....	88
8.2 Rendimiento de grano (kg/área cosechable) 1.6 m. x 6.0 m. = 9.60 m <sup>2</sup> .....	90
8.3 Rendimiento de grano (Kg/ha.).....	91
8.4 Número de vainas por planta .....	92
8.5 Número de granos por vaina .....	93
8.6 Peso de 100 granos (g.).....	94
8.7 Altura de planta (cm.) .....	95
8.8 Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> ) .....	96
8.9 Número de nódulos por planta .....	97



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	Pág.
4.1 Efecto principal Extractos húmicos sobre el Rendimiento de grano (kg/ha).....	46
4.2 Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Rendimiento de grano (kg/ha) .....	46
4.3 Efecto de las interacciones sobre el Rendimiento de grano (kg/ha).....	47
4.4 Efecto principal Extractos húmicos sobre el Número de vainas por planta.....	51
4.5 Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Número de vainas por planta..	51
4.6 Efecto de las interacciones sobre el Número de vainas por planta.....	52
4.7. Efecto principal Extractos húmicos sobre el Número de granos por vaina.....	56
4.8 Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Número de granos por vaina...	56
4.9 Efecto de las interacciones sobre el Numero de granos por vaina .....	57
4.10 Efecto principal Extractos húmicos sobre el Peso de 100 granos (g.).....	61
4.11 Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Peso de 100 granos (g)....	61
4.12 Efecto de las interacciones sobre el Peso de 100 granos (gr).....	62
4.13 Efecto principal Extractos húmicos sobre Altura de planta (cm.).....	66
4.14 Efecto principal Momentos de aplicación sobre Altura de planta (cm.).....	66
4.15 Efecto de las interacciones sobre Altura de planta (cms.).....	67
4.16 Efecto principal Extractos húmicos sobre Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> ).....	71
4.17 Efecto principal Momentos de aplicación sobre Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> ) ...	71
4.18 Efecto de las interacciones sobre Área foliar por planta (dms <sup>2</sup> ) .....	72
4.19 Efecto principal Extractos húmicos sobre el Número de nódulos por planta...	75
4.20 Efecto principal Momentos de aplicación sobre Número de nódulos por planta..	75
4.21 Efecto de las interacciones sobre el Número de nódulos por planta .....	76

### ANEXO:

#### CROQUIS 01:

Dimensiones de unidad experimental.....	98
---	----

#### CROQUIS 02:

Aleatorización y distribución de tratamientos.....	99
--	----

## 1. INTRODUCCIÓN

Las menestras o leguminosas de grano, de la cual forma parte el frijol loctao; se han constituido en un rubro muy dinámico en el sector exportaciones de nuestro país, debido a ello su cultivo representa una importante alternativa de producción para miles de agricultores de la Costa, Sierra y Selva; sin embargo, una serie de limitaciones derivadas al escaso uso de tecnologías adecuadas hacen que no se aproveche eficientemente las condiciones agro climáticas excepcionales que ofrecen la Costa así como otras zonas de producción.

Este cultivo presenta muchas razones para tener importancia económica, ecológica, médica; en fin a continuación detallamos algunas de las razones: Se cultiva en la costa, sierra y selva. Son de mucha importancia en la canasta básica familiar por su alto contenido de proteínas, carbohidratos y minerales. Mejora los suelos incorporando el nitrógeno atmosférico fijado por simbiosis con bacterias del genero *Rhizobium*. Sus granos contienen proteínas (22%-28%), vitaminas, minerales y fibras solubles (pectinas); los cuales poseen efectos en la prevención de enfermedades del corazón, obesidad y tubo digestivo. Es por ello que importantes instituciones médicas a nivel mundial vienen promoviendo su consumo convirtiéndolo en un producto comercialmente atractivo.

La amplia adaptabilidad de algunas variedades facilita la producción durante todo el año con lo cual es posible aprovechar las ventanas comerciales de mejores precios.

Se reporta que, en el año 2016, a nivel nacional se instalaron 200 hectáreas de frijol loctao las cuales se cosecharon como grano seco en un volumen de 3000 toneladas, con un rendimiento promedio por hectárea de 1500 kl/ha. Destacan en su siembra las regiones de la Libertad con 186 has. y Lambayeque con 5 has. A nivel de Región Piura se instalan pequeñas áreas de este cultivo, especialmente en la zona de Morropon.. (Sistema Integrado de Estadística Agraria • SIEA. 2016)

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

### **1.1.DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Hoy en día las exigencia nutricionales de los consumidores en razón a la tendencia de la conservación de la salud del ser humano establece la mejora continua de la calidad de los alimentos por lo que a nivel agronómico la utilización de los diferentes insumos deben estar acorde con esta tendencia de tal manera que tampoco manifiesten alguna acción negativa a las condiciones de la naturaleza.

La diversidad de insumos agrícolas comerciales nos dan la alternativa de elección por productos cada vez más amigables con las condiciones del medio ambiente y que permiten lograr cosechas limpias, en este caso es oportuno destacar las bondades de los llamados ácidos húmicos, que aplicados en los momentos adecuados del crecimiento y desarrollo de los cultivos brindan satisfacciones en la mejora de las cosechas.

### **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.2.1 Problema general**

¿El momento de aplicación de extractos húmicos tendrá efecto sobre la producción de grano del frijol loctao (Vigna radiata L.) en el Valle del Medio Piura?

#### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es el extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao?

¿Cuál es el momento de aplicación de extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao?

¿Cómo es el efecto de la interacción de los factores en estudio sobre las características morfoproductivas del frijol Loctao?

¿Cuál es la mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación?

### 1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La tendencia actual de la agricultura moderna, es la consecución de alimentos que permitan efectivizar una óptima conservación de la salud del ser humano por lo que la producción de estos insumos debe estar orientada a la elección de especies vegetales cuyos contenidos nutricionales garanticen la calidad y cantidades adecuadas disponibles en la dieta alimenticia.

Dentro de las especies alimenticias destacan las leguminosas de grano, como fuentes nutricionales básicas en la alimentación humana por la calidad de proteínas, vitaminas, carbohidratos, grasas, etc. aparte de ser reconstituyentes naturales de la fertilidad de los suelos, tener una diversificación de usos en las actividades agroindustriales y de agro-exportación y ser cultivos de rápido retorno benéfico por su corto periodo vegetativo, mucho más que en la actualidad muestran un interés medicinal destacable por sus poderosos efectos en la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, obesidad, hipertensión, cáncer y dolencias del tracto digestivo. Agronoticias (1998).

Por otro lado las condiciones agro-climáticas de nuestra región son favorables para el crecimiento y desarrollo de estas especies y dentro de éstas resalta el Frijol Lactao, el cual destaca por su buena demanda comercial y nutricional tanto en el ámbito nacional como internacional.

Dada las exigencias de la agricultura con tendencia orgánica se exige la utilización de insumos que encuadren dentro de estos fines, por lo que el presente trabajo de investigación conlleva al estudio de los llamados **Extractos húmicos** con el propósito de brindar pautas técnicas debidamente comprobadas que permitan mejorar la tecnología del manejo del cultivo y así incrementar la producción y productividad.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar la producción de grano por efecto del momento de aplicación foliar de dos extractos húmicos en el frijol loctao (Vigna radiata L.), Valle del Medio Piura. 2017.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao
- Determinar el momento de aplicación de extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao
- Determinar el efecto de la interacción de los factores en estudio sobre las características morfoproductivas del frijol Loctao.
- Establecer la mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación

## **1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Delimitación espacial**

El presente trabajo de investigación se ejecutó en las condiciones agroecológicas del Centro de Investigación y Producción de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, cuya ubicación política y geográfica es la siguiente:

#### **Ubicación política**

Región : Piura  
Departamento : Piura  
Provincia : Piura  
Distrito : Castilla  
Valle : Medio Piura

#### **Ubicación geográfica**

Latitud : 05° 12' 00" Sur  
Longitud : 80° 34' 51" Oeste  
Altitud : 30 m. s. m.

### 1.5.2 Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 80 días, y se inició con la limpieza del campo experimental el 15 de Setiembre finalizando con la labor de cosecha el 20 de Diciembre del 2017.

### 1.5.3 Delimitación social

Este proyecto involucró a los productores de leguminosas de grano del sector de Miraflores del Valle del Medio Piura.

### 1.5.4. Delimitación conceptual

**Aplicación foliar:** La aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema.

**Extracto húmico:** Los extractos húmicos son complejas agrupaciones moleculares cuyas unidades fundamentales son compuestos aromáticos fenólicos y compuestos nitrogenados cíclicos y alifáticos sintetizados por microorganismos presentes en la biomasa.

**Fijación biológica:** La reducción de nitrógeno a amonio llevada a cabo por bacterias de vida libre o en simbiosis con algunas especies vegetales (leguminosas y algunas leñosas no leguminosas), se conoce como fijación biológica de nitrógeno (FBN). Los organismos capaces de fijar nitrógeno se conocen como diazotrofos.

**Nódulos:** Los nódulos radicales son asociaciones simbióticas entre bacterias y plantas superiores. La más conocida es la de *Rhizobium* con especies de Leguminosas. La planta proporciona a la bacteria compuestos carbonados como fuente de energía y un

entorno protector, y recibe nitrógeno en una forma utilizable para la formación de proteínas. La simbiosis entre cada especie de leguminosa y de *Rhizobium* es específica. Por ejemplo, *Glycinemax*, la soja, se asocia con la bacteria *Bradyrhizobiumjaponicum*



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Bravo y Tealdi (2015) mencionando a Oplinger et al., 1997, efectúan la siguiente descripción taxonómica del frijol loctao:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Subfamilia	: Faboideae
Género	: Vigna
Especie	: Vigna radiata (L.) R. Wilczek

#### **Descripción Botánica**

Es una leguminosa herbácea, anual, erecta y voluble; alcanza una altura de 15 cm a 1 m; tiene raíces pivotantes y fibrosas. Los tallos son poco pubescentes, cubiertos de pelo de color castaño y hojas son alternas y trifolioladas. Las primeras flores aparecen siete a ocho semanas después de la siembra, son amarillas, aproximadamente de 1 cm de largo. La cosecha de semillas se debe realizar entre 12 a 14 semanas. La maduración tiende a ser des uniforme, necesita 3 a 4 cosechas. Las vainas son cilíndricas, delgadas de 6 – 8 cm de largo, indehiscente, vellosa en estado tierno con pelos sedosos y contienen de 10 – 12 semillas de color verde brillante u opacas; estas de color verdoso a verde dorado y de 3 – 5 mm de largo (Oplinger et al., 1997).

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, CENTA (S.f.) en relación a las características botánicas de la especie, indica:

**RAÍZ:** en las primeras etapas de desarrollo el sistema radicular está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. Pocos días después se observan las raíces secundarias que se desarrollan en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. Aunque generalmente se distingue la raíz, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación, incluso dentro de una misma variedad. Presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos tienen forma poliédrica, un diámetro aproximado de 2 a 5 milímetros y son colonizados por la bacteria del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico, que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta.

**TALLO** El tallo es identificado como el eje central de la planta, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, es herbáceo, con sección cilíndrica o levemente angular; puede ser erecto, semiprostrado o prostrado, según el hábito de crecimiento de la variedad. Hábitos de crecimiento del frijol Los principales caracteres morfológicos y agronómicos que ayudan a definir el hábito de crecimiento del frijol son: • El desarrollo de la parte terminal del tallo, el cual permite calificarlo como determinado o indeterminado. • El número de nudos. • La longitud de los entrenudos y en consecuencia, la altura de la planta.

**HOJAS:** Presentan características de ser trifoliadas

**FLOR:** completa

**Características**

El Poroto mung se cultiva en Asia, principalmente destinado a alimento. Se adapta a una amplia gama de suelos bien drenados, pero es mejor en suelos franco arenosos fértiles (Oplinger et al., 1997). Los rendimientos se ven favorecidos por temperaturas que oscilan entre los 18°C y 21°C y su ciclo dura entre 45 y 100 días (González, 1988). La fecha de siembra primaveral es septiembre-octubre, correspondiéndole una fecha de cosecha aproximada en los meses de enero- febrero; y como fecha de siembra estival

diciembre-enero, correspondiéndole fecha de cosecha aproximada en el mes de marzo-abril. Es una valiosa cosechade verano-otoño. El rendimiento medio mundial es de 0,4 t/ha de semillas, puede llegar hasta 2,5 t/ha en el caso de las variedades seleccionadas en Asia (AVRDC, 2012, mencionado por Bravo y Tealdi, 2015). Las bondades del Poroto Mung son: tolerancia a la sequía, rápida maduración y un mínimo aporte de fertilizantes.

Instituto Nacional de Investigación Agraria –INIA (2000), en relación al frijol loctao establece las siguientes exigencias agroclimáticas:

Clima de 20° C a 30 °C.

Suelo Franco sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica en el suelo no debe ser mayor de 2 mmhos/cm.

Bien drenados y nivelados.

De textura franca (arenoso, limoso o arcilloso).

Con buen contenido de materia orgánica y nivel de salinidad tolerada

Gómez (2000), en el compendio de fichas técnicas de 60 cultivos en la Región Grau, nos indica que el fríjol loctao, requiere de temperaturas máximas de 40°C, como mínima de 12°C y óptimas de 18 a 24°C; en cuanto a horas de sol necesita de 6 a 7 horas y un clima templado.

Cubero y Moreno (1984), consideran que las plantas particularmente del género Phaseolus y Vignase desarrollan muy bien en climas cálidos, se adaptan bien a suelos ligeros o medios, bien drenados. Se debe evitar los suelos excesivamente pesados, con problemas de encharcamiento. Los límites óptimos de pH para estos cultivos están entre 5.5 y 7.0 son plantas altamente sensibles a la salinidad de suelos y exceso de agua

### **Investigaciones sobre aplicaciones de extractos húmicos en frijol loctao**

Quispe (2016) empleando en el trabajo de investigación referido sobre la aplicación foliar de diferentes tipos de extractos húmicos en el frijol loctao Variedad Jumbo, tres (03) semillas por golpe en una siembra en el lomo del surco; reporta los mayores resultados promedios en las siguientes características morfoproductivas: 38.5 vainas por

planta, 5.81 gr. para el peso de 100 granos, una altura de planta de 62.78 cm., 24.22 dm<sup>2</sup> de área foliar por planta y un rendimiento de grano igual a 3109.4 kg/ha.

Culquicondor (2007), en un comparativo de ácidos húmicos: BIOCAT-15, HUMIC ACID, HUMI PLUS 24 y HUMIX GEN 25 aplicados en diferentes momentos del desarrollo del cultivo de frijol Loctao; concluyó que los mejores tratamientos en el rendimiento de grano fueron: HUMIX GEN 25 x Inicio de formación de vainas y HUMIX GEN 25 x Inicio de floración que permitieron obtener 1812.50 y 1800.60 k./ha. respectivamente.

Ruiz (2004), en un comportamiento de dos formulaciones de ácidos húmicos en el cultivo de frijol Loctao concluyó que la formulación BIO CAT – 15 en interacción con la dosis de 4.0 l./ha. obtuvo el más alto rendimiento de grano con un valor de 1896.37 k./ha. comportándose estadísticamente igual con el rendimiento de 1776.04 k./ha. que se logró con BIO CAT – 15 con la dosis de 2.0 k./ha.

Crespo (2004), en un estudio comparativo de formulaciones de Ácidos húmicos a diferentes dosis sobre el rendimiento de frijol Loctao, concluyó: que las formulaciones BIOCAT-15 y HUMIC ACID manifestaron influencia significativa en el rendimiento de grano, número de vainas por planta, peso de 100 semillas y altura de planta. El HUMIC ACID reporta rendimientos de grano de 1656.42 Kg./ha. mientras que BIOCAT-15 1569.17 Kg./ha. La dosis de aplicación de mayor rendimiento en grano fue la de 2.0 lt./ha. con 1786.50 Kg./ha

Mechato (2002), empleando diferentes dosis de ácido húmico orgánico (BIO-80) en dos variedades de frijol Loctao, obtuvo que los mayores rendimientos de grano se alcanzaron con las dosis de 40 y 60 Kg./ha. de aplicación del BIO-80 con valores de 1382.53 y 1362.86 Kg./ha. respectivamente de grano. De las variedades evaluadas destaca Vista Florida con 1749.87 Kg./ha. Asimismo, reporta que la aplicación de ácido húmico influyó sobre las características del número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

Rodríguez (s.f.). La importancia del estudio y del manejo de las sustancias húmicas, radica en la gran influencia que tienen sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos, tanto en forma directa como indirecta. Los efectos indirectos se refieren al papel de las sustancias húmicas en el mejoramiento de la fertilidad del suelo y específicamente en los atributos físicos, químicos y biológicos del mismo. Los efectos directos se relacionan con la absorción de las sustancias húmicas por las plantas cultivadas y los cambios que promueven en el metabolismo de las mismas, lo cual finalmente puede reflejarse en una mayor tolerancia de la planta al estrés ambiental y una mejor producción y calidad en las cosechas. Las sustancias húmicas en el suelo contribuyen a mejorar la actividad microbiana del mismo (bacterias, hongos y actinomicetos), lo cual resulta en mejores condiciones para el establecimiento de las raíces y consecuentemente de la planta. Asimismo incrementan la capacidad de retención de humedad, aumentan la capacidad de intercambio iónico, elevan la disponibilidad de micronutrientes por medio de la quelatación, contribuyen en la formación de la estructura granular, auxilian en la degradación o inactivación de sustancias tóxicas, mejora la capacidad amortiguadora del suelo en el pH en las sales, entre otros efectos. Las sustancias húmicas pueden ser absorbidas por las plantas y semillas e intervenir en su metabolismo. Esto favorece la germinación de las semillas, el crecimiento radical, la absorción nutricional.

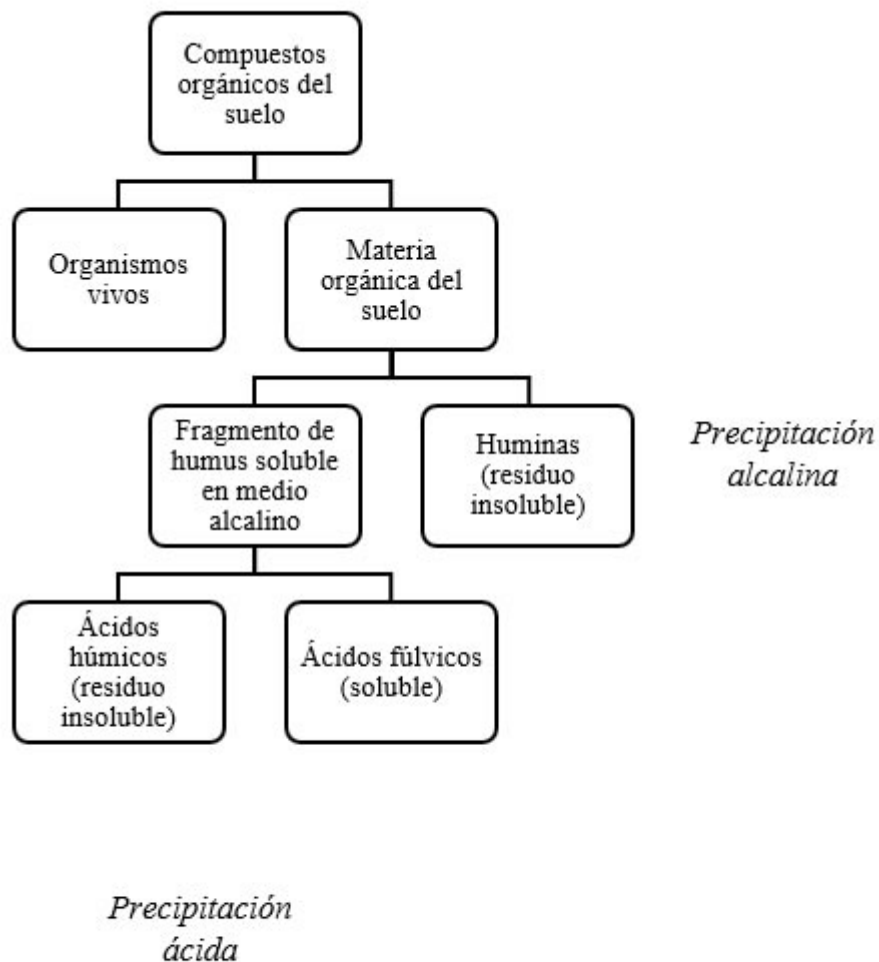
### **Clasificación de las sustancias húmicas**

Las sustancias húmicas (HS) son macromoléculas orgánicas altamente alteradas, con múltiples propiedades y una estructura bastante compleja no identificable, representan la mayor cantidad de carbón orgánico en la Tierra por encima de la cantidad constituida por organismos vivos, se encuentran en suelo y sedimentos en varios ambientes, tanto terrestres como acuáticos, y recientemente se ha demostrado que tienen un rol biológico importante (Guggenberger, 2005; Lovley et al, 1996; Peña et al, 2005; Sutton y Sposito, 2005; Zhou et al, 2015; mencionados por Avendaño, 2005). Se clasifican con base en su solubilidad en condiciones básicas y alcalinas, la cual es ocasionada por sus diferencias químicas y físicas. La fracción insoluble corresponde a las huminas (Hus), la fracción soluble en medio alcalino pero no a <2 pH representa los ácidos húmicos (HA)

mientras que la última fracción, que es soluble bajo cualquier condición de pH, está dada por los ácidos fúlvicos (FA).

En cuanto a su composición química los elementos más abundantes son carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y azufre (S) así como anillos aromáticos y compuestos alifáticos. Los FA contienen más grupos funcionales ácidos carboxílicos (-COOH) que los HA. Del mismo modo el oxígeno contenido en FA forma parte importante de sus grupos funcionales carboxílicos (COOH), hidroxilos (OH) y óxidos de carbono (CO), mientras que en HA está presente como un componente estructural del núcleo. Los grupos funcionales más abundantes incluyen carboxílicos, fenólicos, carbonilos, hidroxilos, aminas, amidas y moléculas alifáticas (Peña et al, 2005 mencionados por Avendaño, s.f. ).

Naturalmente las sustancias húmicas mejoran la fertilidad del suelo ayudando a romper la arcilla y compactando el suelo, asisten la transferencia de micronutrientes del suelo a plantas, mejoran la retención de agua, incrementan la velocidad de germinación de la semillas y su penetración, también estimulan el desarrollo de microflora en suelo. Recientemente han tenido aplicación en bioremediación para degradación de contaminantes recalcitrantes y regulación de la emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, es importante continuar con el estudio de éstas para entenderlas mejor y ampliar su campo de aplicación para contribuir a la mejora ambiental. Avendaño (s. f.)



**Figura 3.** Clasificación de sustancias húmicas de acuerdo a su solubilidad (9).

### **Acido húmico**

Los ácidos húmicos pertenecen al grupo de sustancias húmicas, incrementan la permeabilidad de la membrana, favoreciendo la asimilación radical y las aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la translocación de macro y micronutrientes dentro de la planta lográndose un mejor aprovechamiento de los mismos, participan en la fotosíntesis ayudando a estimular la producción de clorofila. Los ácidos húmicos también tienen importancia en la producción de iones minerales y son reconocidos por su habilidad de hacer a las vitaminas y minerales absorbibles para las plantas. Además la aplicación de ácidos húmicos al suelo favorece especialmente la formación



de agregados y mejora la estructura del suelo. En un experimento realizado en el cultivo de frijol, la respuesta de la aplicación de ácidos húmicos comerciales a diferentes dosis, se encontró que a dosis de 10 Kg/ha se mejoró la altura de la planta e influyó positivamente en la variable de floración, donde el incremento fue del 20 %. El ácido húmico estimula el crecimiento de las raíces, cuando se utiliza en bajas concentraciones que van de 0.05 a 0.1 % puede simular la acción de la auxina (ácido indolacético). También participa en la formación de quelatos de Fe, que permite el ingreso de este nutriente a la raíz. (Intagri s.f.)

Snmuk (1914-1930) consideró a los ácidos húmicos como un grupo de sustancias que poseen características comunes de estructura.

Las sustancias húmicas se clasifican en tres fracciones de acuerdo a su solubilidad, (Moliner,1983), a saber: 1. Ácidos Fúlvicos: Solubles en medio ácido y básico. 2. Ácidos húmicos: Solubles en Alcalí e insolubles en ácidos. 3. Huminas: Solubles en ambos medios.

Los ácidos húmicos son macromoléculas de pesos entre 800 y 500.000 U.M.A., contienen una fracción de proteínas y carbohidratos fácilmente hidrolizables unidas a un núcleo muy condensado de naturaleza aromática; sus elementos estructurales son derivados de la lignina, fenol y resorcinol, además, se encuentran además grupos alcohol, carboxi, carbonilo y quinoide (Osorio, 1985).

Los ácidos húmicos en bajas concentraciones elevan la permeabilidad de la membrana celular de las raíces y por lo tanto, se incrementa la toma de agua y nutrientes por la planta, ayudando al movimiento de iones metálicos transportados dentro de ésta. La activación enzimática es una de las más importantes propiedades de los ácidos húmicos; esto se explica por la presencia de grupos quinona que son aceptores de hidrógeno y al mismo tiempo son activadores de oxígeno, catalizando procesos de óxido reducción.

Los ácidos húmicos (AH's) se obtienen de diferentes fuentes, como suelo, humus, turba, lignito oxidado y el carbón. El AH's, puede presentar directamente efectos positivos sobre el crecimiento de la planta incrementando su desarrollo, en los brotes, raíces, permitiendo mejor

absorción de nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y fósforo por la planta. El AH's, es natural y no es peligroso para las plantas, ni para el medio ambiente (Haghighiet al. 2011, Motaghi & Nejad 2014, Abdel-Mawgoudet al. 2007, citados por Ayón et al. 2017), establecen que los AH's incrementan el crecimiento del cultivar a través de nutrientes de diferentes quelantes, haciendo que los cultivares superen la falta de nutrientes, contribuyen al crecimiento, producción, mejora de la calidad de productos agrícolas, por su contenido en compuestos hormonales (Motaghi & Nejad 2014). Este fertilizante orgánico económicamente rentable, estimula la actividad de microorganismos útiles en el suelo (micorriza y antagonistas) produciendo un equilibrio biológico a nivel de las raíces, por su gran contenido de materia humificada, además de S, B, Ca, P, H, Fe, Mg, Mn, O, K, Na, Zn, permitiendo así el óptimo desarrollo de los cultivos, esta serie de efectos físico-químicos y biológicos mejoran las condiciones de desarrollo de los cultivos. El asperjado con AH's foliar tiene efectos notables en el crecimiento vegetativo, la actividad fotosintética, el índice de área foliar (Ghorbaniet al. 2010, citado por Ayón et al. 2017).

Los ácidos húmicos pertenecen al grupo de sustancias húmicas, incrementan la permeabilidad de la membrana, favoreciendo la asimilación radical y las aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la translocación de macro y micronutrientes dentro de la planta lográndose un mejor aprovechamiento de los mismos, participan en la fotosíntesis ayudando a estimular la producción de clorofila. Los ácidos húmicos también tienen importancia en la producción de iones minerales y son reconocidos por su habilidad de hacer a las vitaminas y minerales absorbibles para las plantas. Además la aplicación de ácidos húmicos al suelo favorece especialmente la formación de agregados y mejora la estructura del suelo. En un experimento realizado en el cultivo de frijol, la respuesta de la aplicación de ácidos húmicos comerciales a diferentes dosis, se encontró que a dosis de 10 Kg/ha se mejoró la altura de la planta e influyó positivamente en la variable de floración, donde el incremento fue del 20 %. El ácido húmico estimula el crecimiento de las raíces, cuando se utiliza en bajas concentraciones que van de 0.05 a 0.1 % puede simular la acción de la auxina (ácido

indolacético). También participa en la formación de quelatos de Fe, que permite el ingreso de este nutriente a la raíz. (Intagri S.f.)

Los fertilizantes líquidos elaborados con extracto de humus de lombriz de tierra aportan ácidos húmicos y fúlvicos, microorganismos vivos propios para la nitrificación y solubilización de minerales enlatados en el suelo (9). Aplicado al suelo o a la planta actúa como racionalizante de fertilización ya que hace asimilables en todo su espectro a los macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales. Crea además un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, bacterias, hongos, etc. Que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo en el desarrollo de enfermedades. Además, estimula la humificación propia del suelo ya que incorpora y descompone los residuos vegetales presentes en el suelo. Casco e Iglesias (2005)

Fertilab (s.f.). Menciona las siguientes funciones de las Sustancias Húmicas en las Plantas:

### **Los Ácidos Fúlvicos**

Dentro de las sustancias húmicas, los ácidos fúlvicos han tomado especial importancia para su uso en diferentes cultivos. En términos generales, los ácidos fúlvicos mejoran el aprovechamiento de fertilizantes aplicados al suelo y los aplicados al follaje, mejorando de manera significativa el crecimiento general de la planta, que además repercute en los rendimientos y calidad obtenidos.

### **Características generales:**

Recordemos que el ácido fúlvico es la parte más activa del humus, pero sobre todo a diferencia del ácido húmico, es que es soluble tanto en medio ácido, neutro y alcalino. Por ejemplo, en suelos con alta concentración de carbonatos de calcio, el ácido fúlvico evita que se precipite el fósforo, permitiendo de cierta manera dar mayores ventajas a la planta para la obtención de nutrientes. Los ácidos fúlvicos suelen tener una coloración más clara que los ácidos húmicos, esto se debe principalmente a su

contenido relativamente bajo en carbono (menor del 55 %). Además, son sustancias perfectamente solubles en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales; y con un peso molecular que varía de 1,000 a 10,000 que es mucho menor al tamaño de los ácidos húmicos.

En sentido amplio, los ácidos fúlvicos son mucho más reactivos químicamente que los ácidos húmicos; tan solo los primeros tienen el doble de capacidad de intercambio catiónico que los segundos, propiedad que obtienen gracias al número total de grupos carboxilos (COOH) presentes.

#### Propiedades y funciones

El tamaño más pequeño de las moléculas de ácidos fúlvicos tiene grandes ventajas como el rápido acceso a las raíces de las plantas, tallos y hojas, y es así como han comenzado a ser ingredientes clave en fertilizantes foliares de alta calidad. Una vez estando en la planta, los ácidos fúlvicos transportan minerales traza directamente a lugares metabólicos en las células de la planta. Con su aplicación se han obtenido incrementos de producción mejorando la calidad de cultivos. Además provee a la planta de mayor resistencia al ataque de enfermedades y condiciones de estrés ambiental, como el caso de sequías, heladas, inundaciones, fitotoxicidad por productos aplicados, etc.

Realmente los ácidos fúlvicos impactan en diferentes aspectos de las plantas, pero en términos prácticos lo que interesa con la aplicación de ácidos fúlvicos en diferentes cultivos es el crecimiento de las plantas (aumento del metabolismo), aumento de vigor, capacidad de absorción y promoción de la penetración y transporte activo de nutrientes a nivel membrana, que son procesos fundamentales de células foliares y radiculares.

Los ácidos fúlvicos son excelentes motores para activar e incrementar el metabolismo de las plantas, además de proveer mayor respiración, actividad enzimática y síntesis proteica. Podemos decir que los ácidos fúlvicos son bioestimulantes que catalizan

procesos bioquímicos de las plantas e impactan fuertemente en muchos procesos para lograr mejores respuestas en las plantas.

### **Fertilización foliar de cultivos con ácidos húmicos**

Sing (citado por Melendez y Molina, 2002) sostiene en relación a los ácidos húmicos, lo siguiente: Las sustancias húmicas (SH) son compuestos orgánicos derivados de humus provenientes de diferentes fuentes. Los ácidos húmicos y fúlvicos son componentes principales de las SH. La composición química de estos ácidos es compleja y varía en relación con la materia prima que se usa para su extracción. A nivel mundial, los países como EEUU, España, Rusia, Rumania, Bulgaria y Polonia son productores mayores de SH. La materia prima usada por estos países, por lo general, proviene de leonardita (carbón de baja calidad). La leonardita contiene ácidos orgánicos de alto peso molecular y relativamente pocos grupos funcionales. Otra materia prima son turbas de pantanos, aguas de los ríos y en algunos casos humus producidos en pantanos artificiales.

### **Química de las sustancias húmicas**

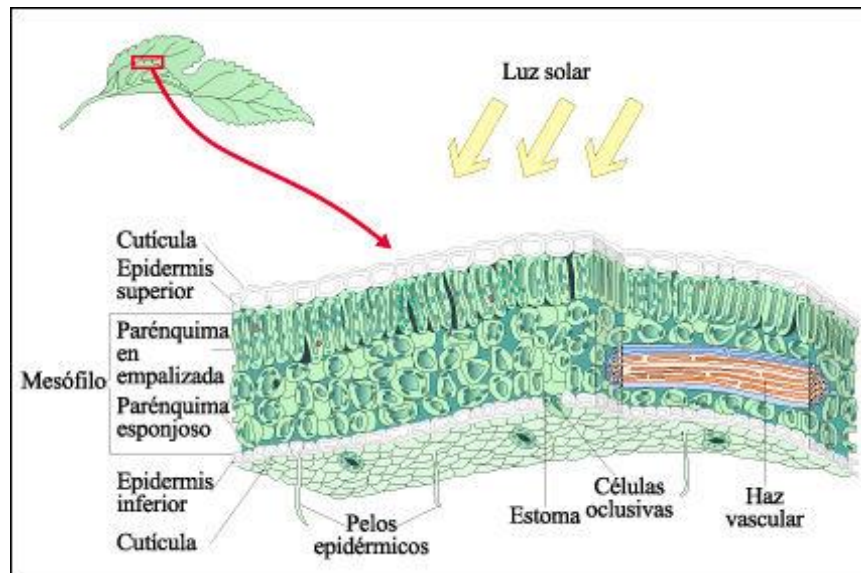
El papel de SH en agricultura fue investigado por mucho tiempo. El trabajo de la Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas (IHSS) se concentra en la determinación de la estructura y en la búsqueda de la aplicación en la agricultura y el ambiente. Las investigaciones de muchos años indican que las moléculas complejas de SH están compuestas por carbohidratos, proteínas y aminoácidos, esqueleto de lignina, polifenoles y otros compuestos en un arreglo geométrico variable y altamente polimerizado. Los ácidos húmicos son solubles exclusivamente en una solución alcalina. El último limita su aplicación en los suelos ácidos del Trópico Húmedo. En los suelos de la zona templada muchas veces los efectos positivos se observan después de aplicación de una dosis mayor de 50 kg ha<sup>-1</sup>.

## Investigación y resultados

Los estudios hechos con las soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fúlvicos indican que los fúlvicos son más eficientes en mantener un mejor estado nutricional de las plantas y se recomienda mantener una concentración entre 150-300 mg L<sup>-1</sup> en las soluciones nutritivas. En los últimos diez años la aplicación directa en el suelo y/o foliar de los ácidos húmicos y fúlvicos y sus sales (humatos y fulvatos), ha recibido mayor atención científica y comercial. Como la calidad varía basada en la fuente de extracción, los resultados agronómicos son también muy variables. En general, hay un consenso entre científicos que los efectos sinérgicos de las SH son evidentes si las moléculas son pequeñas, con mayor concentración de los grupos funcionales. Estas moléculas son capaces de funcionar como quelatantes débiles, permeabilizadores de la membrana celular y a la vez promotores de crecimiento celular.

## Estructuras de la hoja y mecanismos de absorción de nutrientes

Gómez y Castro(2010), al respecto indican:



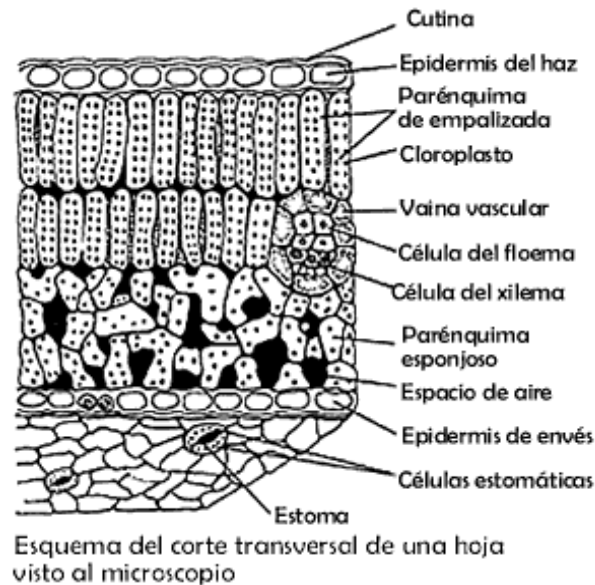


Figura 1. Estructuras involucradas en la absorción foliar de nutrientes y solutos.  
Adaptado de Marshner (1999).

Que entre especies existen diferencias relacionadas principalmente influenciadas por el grado de cutinización, lignificación de las hojas y morfología: A mayor cutinización, lignificación y presencia de ceras en la hoja, existe menor facilidad de absorción. Por ejemplo en Cebolla (*Allium cepa*) el alto grado de cutinización y la forma cilíndrica de la hoja es un factor muy limitante a manejar en una práctica de aspersión foliar, mientras que las hojas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) con una mayor área foliar y menor grado de cutinización permite una mayor absorción, aun, respecto a especies de la misma familia como arveja que presenta una menor área foliar y mayor grado de cutinización.

La aplicación foliar de nutrimentos es afectada por el estado de desarrollo de la planta. Las hojas jóvenes de algunas variedades tienen mayor capacidad de absorción de elementos deficitarios en su desarrollo, debido al menor espesor de la cutícula.

Los mecanismos de absorción al igual que en la raíz son de tipo activo y pasivo, la diferencia son las estructuras en la hoja encargadas de la toma pasiva de la solución externa. Esta se asocia a los poros hidrofílicos, ubicados en toda la superficie externa de la hoja, como parte de los espacios intercelulares y los poros cuticulares, localizados entre



las células oclusivas (guarda) y las células subsidiarias (anexas), después el transporte y absorción al citoplasma es mediante gasto de energía o movimiento activo (Figura 1)

Son más abundantes los poros hidrofílicos (108 poros/mm<sup>2</sup>) y con un diámetro menor (< 1 nm) que los poros cuticulares (relacionados con los estomas), además, se encuentran ubicados abundantemente tanto en el haz como en el envés de las hojas y en las superficies de tallos y frutos, de tal manera que se presentan algunas diferencias en la absorción inicial y transporte de los nutrientes:

El paso de soluciones mediante poros hidrofílicos es más frecuente y depende del índice de área foliar de la especie cultivada (>2 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> suelo), ejemplo rosa > clavel).  
- Moléculas de bajo radio iónico como la urea, aminoácidos, sacarosa, ácido cítrico con diámetro < 1.0 nm:  $\phi$  Urea ~ 0.44 nm;  $\phi$  K ~ 0.66 nm;  $\phi$  Ca, Mg ~ 0.88 nm;  $\phi$  sacarosa ~ 1.0 nm. Lo anterior explica la mayor eficiencia y respuesta foliar por aplicaciones de las anteriores sustancias o de sus iones asociados.

En la absorción foliar existe mayor facilidad con el paso de iones principalmente de cargas positivas en la siguiente secuencia  $K^{+} > NH_4^{+} > Mg^{+2} > Zn^{+2} > Cu^{+2} > Fe^{+2} > Mn^{+2}$ , factores que dependen del radio iónico, valencia y retención en los espacios intercelulares.

- Otra característica de los poros hidrofílicos (relacionados con espacios intercelulares) es que se encuentran alineados con cargas negativas, lo cual en ocasiones puede generar un fenómeno de retención iónica (principalmente iones polivalentes y metálicos), por ello es aconsejable la acomplejación mediante compuestos de bajo peso molecular como los citratos o aminoácidos en el transporte de Fe, Ca, Mg, Zn y Cu.

- El intercambio iónico de la cutícula de la hoja se debe a los compuestos que la constituyen como los grupos -OH y -COOH. Estos sitios de carga pueden retener mayormente Zn y Mn. Se verificó que 80% del Zn retenido en la cutícula es removido por el agua destilada usada rutinariamente en los laboratorios que hacen análisis química de

hojas. El Mn es casi totalmente retirado por el agua destilada, y el 40% del Cu no es retirado por el lavado de las hojas antes del análisis (Boareto, 2007).

- La absorción de quelatos sintéticos o como moléculas complejas de alto peso molecular tipo ácidos húmicos, lignosulfonatos, EDTA, DTPA, EDDHA o sus sales derivadas con radios iónicos  $>1.0$  nm tienen menos probabilidad de absorción. Estas aplicaciones deben ir dirigida al envés de las hojas, de tal manera que en aplicaciones foliares aéreas se estaría restringiendo su absorción

Los complejos de alto peso molecular aplicados exógenamente son absorbidos por poros cuticulares de mayor tamaño que los anteriores, pero menos abundantes porque dependen de la distribución estomática que generalmente es mayor en el envés y cuya distribución y número está ligada a factores genético – ambientales (Ej. # de estomas en rosa: 180-300/mm<sup>2</sup> ; # de estomas Clavel: 250-390/mm<sup>2</sup> ; # de estomas Gypsophilla: 50-70/mm<sup>2</sup>; # de estomas Alstroemeria: 52-60/mm<sup>2</sup> ).

El transporte inicial a través de las membranas dependen de la difusión, es decir del gradiente de concentración, donde la absorción al simplasto es más aplicable para cationes tipo K, Mg, o moléculas como la urea y el ácido bórico.

El otro mecanismo de paso a través de las membranas requiere energía proveniente de la hidrólisis del ATP y guardando un gradiente (Apoplasto 5,0-5,5; Simplasto 7-7,5), bajo este mecanismo los iones sulfato, nitrato, borato generalmente entran con un consumo de H<sup>+</sup> es decir se requiere de un metabolismo activo de la planta (Simporte).

- Por otro lado los aminoácidos esenciales entran por difusión facilitada ya que en la planta generalmente se comportan como aniones, los cuales pueden generar un efecto “transfer” o transportador de cationes principalmente Cu, K, Mg, Fe; con especial afinidad entre el Cu y la histidina (Figura 2).

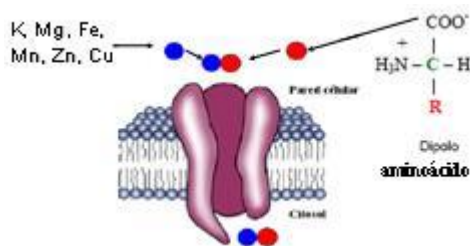


Figura 2. Efecto transfer de los aminoácidos y movimiento de cationes a través de las membranas plasmáticas de las plantas.

- Hay que considerar que la solución del Apoplasto es de carácter acida pH 5,5, por ello se debe manejar o acondicionar soluciones foliares con este medio para contrarrestar gradientes fuertes y así evitar activar mecanismos de equilibrio iónico a través del Apoplasto e inducir gastos de energía por el cultivo debido al bombeo de  $\text{H}^+$  (proceso no deseado en condiciones de stress), esto sucede especialmente cuando se aplican soluciones de reacción básica (pH solución final  $> 7,5$  con el uso de fuentes de fosfato de potasio, sales de borato o hidróxidos de potasio-  $\text{K}_2\text{O} > 50\%$ ).

### Características de los extractos húmicos empleados

ITAGRO S. A. (2005), con respecto a los productos HUMIX GEN 25 y HUMI PLUS 24, manifiesta lo siguiente:

**HUMIX GEN 25**; es un fertilizante coadyuvante orgánico biológico en forma líquida con alta concentración de ácidos húmicos y fúlvicos, bacterias benéficos, macro y micro elementos quelatizados en forma orgánica, enzimas biológicas más vitaminas B1 para ser aplicado al follaje, suelo o riego tecnificado.

HUMIX GEN 25 incorpora ácidos húmicos y fúlvicos resultante del proceso de descomposición y transformación de la materia orgánica, aumentando la actividad microbiana del suelo y fortaleciendo el complejo arcillo-húmico, así como también aumenta la capacidad de cambio de iones del suelo.

#### Ventajas:

- Provoca una germinación uniforme.
- Estimula al crecimiento de raíces, con abundante cabellera radicular.
- Incrementa el proceso de fotosíntesis, aumenta el verdor y lozanía de las plantas.
- Dinamizan los procesos enzimáticos, metabólicos de las plantas (resistencia a factores adversos).
- Favorece el crecimiento rápido produciendo raíces, coronas, tubérculos, legumbres, fibras y frutos mejor desarrollados.
- Estimula a mantener y a incrementar la fauna y flora microbiana del suelo.
- Su efecto quelatizante, mejora la asimilación de los elementos mayores y menores ejerciendo un poder de desbloqueo que se encuentran inoperantes y/o sin dirección.
- Actúa como regulador natural de pH del agua.
- Es beneficioso su uso en suelos salitrosos, para neutralizar los efectos fitotóxicos en los diferentes cultivos.
- Su alta afinidad con el Ca y Mg es muy importante y es utilizado en sistemas de riego por goteo o aspersión para quilar y desincrustar las sales de Ca y Mg depositados en los conductos, al removerlo del sistema de riego forma humatos de Ca y Mg, que a su vez son aprovechados por la planta.

Compatibilidad: No hay restricciones para la mezcla con los nutrientes foliares y plaguicidas de uso agrícola.

#### Composición química (P/V)

Extracto húmico total 25%

Ácidos húmicos 17%

Ácidos fúlvicos 8%

#### Microelementos quelatizados:

Fe 1%

Mg 1%

Zn 0.5%

Mn	0.4%
Cu	0.025%
Bo	0.30%
Mo	0.08%
Ni	0.005%
Co	0.0005%
Vitamina B <sub>1</sub>	0.005%

Modo de aplicación:

	x 20 lt.	x 200lt.	1./ha.
Toda clase de cultivo	50 ml.	0.5 lt.	1.0 lt.
	100 ml.	1.0 lt.	2.0 lt.

Durante todo el periodo vegetativo de la planta, para obtener mejores rendimientos, desarrollo vegetativo inicial y aumentar la cabellera radicular de las plantas, mezclar con Nitroplex (1.0 lt./ha.).

**HUMI PLUS 24:** Es un abono foliar líquido con micronutrientes, ácidos húmicos y extracto de algas marinas.

Composición química:

N	8%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (fósforo)	8%
K <sub>2</sub> O (potasio)	8%
Ác. Húmicos solubilizados	3%
S	0.2%
B	0.002%
Cu	0.05%
Co	0.004%
Fe	0.07%
Mg	0.016%
Mo	Trazas

Bioaditvador foliar

(Obtenido por fermentación) 5%

Extracto de algas marinas 3%

HUMI PLUS 24, es un abono foliar líquido formulado a base de ácidos húmicos solubilizados y bioactivadores enzimáticos. Además contiene fertilizantes balanceados, de N-P-K, más micronutrientes indispensables para el crecimiento y desarrollo de la planta en el estado inicial.

Complementando su formulación con extracto de algas marinas que constituyen una fuente natural de fitohormonas (Auxinas, Giberelinas y Citoquininas).

Compatibilidad: Es compatible con la mayoría de pesticidas, excepto los que tienen un pH inferior a 5.

Indicaciones de uso y dosis:

- Está indicado para la aplicación temprana de todo cultivo o cuando presenta un deficiente desarrollo foliar.
- Puede aplicarse a cultivos que hayan tenido un ataque por plagas o enfermedades, para su pronta recuperación.

Métodos de aplicación: Puede ser aplicado foliarmente con equipos convencionales (terrestre o aéreo), sólo o en combinación con soluciones de pesticidas.

Cultivos	Momentos (1, 2, 3)	Dosis
Algodón, papa, tomate, frijol, pallar, caña, maíz, soya, etc.	Crecimiento	1.0 lt./ha.
	y trasplante (7 a 14 días).	
	En prefloración.	1.5 lt./ha.
	Al llenado de frutos, tubérculos, vainas, hojas, etc.	2.lt./ha.

Recomendaciones de uso:

La dosis repartida equitativamente en el volumen a usarse por hectárea.

- Debe aplicarse en cada momento indicado del cultivo.

## **2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS**

**Aplicación foliar:** La aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema.

**Extracto húmico:** Los extractos húmicos son complejas agrupaciones moleculares cuyas unidades fundamentales son compuestos aromáticos fenólicos y compuestos nitrogenados cíclicos y alifáticos sintetizados por microorganismos presentes en la biomasa.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1 Hipótesis General**

La producción de grano en el frijol loctao (Vigna radiata L.), es afectada por el momento de aplicación foliar de dos extractos húmicos.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

- Es factible determinar el momento de aplicación de extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao
- Es necesario determinar el extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao

- Es conveniente Determinar el efecto de la interacción de los factores en estudio sobre las características morfoproductivas del frijol Loctao.
- Establecer la mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación



## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 ENFOQUE**

El enfoque de la presente investigación es de carácter cuantitativo y cualitativo; cuantitativo porque usa la recolección de datos para probar una hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Así mismo es cualitativo porque establece la descripción de las cualidades de un fenómeno, como es el momento de aplicación de los extractos húmicos y sus efectos en las características del frijol Loctao.

#### **3.2 DISEÑO**

El diseño de investigación desarrollado es Experimental

#### **3.3 NIVEL Y TIPO**

El nivel desarrollado en la presente investigación es descriptivo y explicativo. Descriptivo porque se describe una realidad en base a la experimentación efectuada en el frijol Loctao, variedad Jumbo. Explicativo porque se tiende a la relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo.

El tipo de investigación en que se orienta la presente investigación es del tipo aplicada por cuanto se utilizaron conocimientos agronómicos, fisiológicos, y de otras ciencias afines.

#### **3.4 SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Universo : Población del cultivo de frijol

Población: Plantas del Frijol Loctao

Muestra : Plantas de frijol Loctao, Variedad Jumbo.

### 3.5 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

#### 3.5.1. Análisis físico-químico del suelo.

Para ello se tomaron 04 submuestras de suelo por bloque a una profundidad de 30 cm., para luego de homogenizarse obtener una muestra completa de 01 kg. de peso, sobre el cual se realizaron el análisis físico químico respectivo.

**Cuadro 3.1** Determinaciones del análisis físico-químico del suelo experimental

DETERMINACIONES	MÉTODOS
Textura	Bouyoucos
pH	Potenciométrico
Materia orgánica (%)	Walkley y Black
Nitrógeno total (%)	A partir de la M.O.
Fósforo disponible (ppm de P)	Olsen
Potasio asimilable (ppm de K)	Van Den Hende y Cottenie
Conductividad eléctrica (dS/m)	Radiométrico
Calcáreo (% $\text{CaCO}_3$ )	Volumétrico
CIC (Cmol/k de suelo)	Acetato de Amonio 1N. pH 7
Bases cambiables (Cmol/k de suelo)	
Calcio y Magnesio	Versenato
Sodio y Potasio	Fotométrico

#### 3.5.2 Observaciones climáticas

Estuvieron referidas a los factores climáticos de temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y horas de sol que ocurrieron durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, cuyos promedios mensuales se tomaran de los registros de la Estación Meteorológica de Miraflores.

#### 3.5.3 Factores en estudio.

Estuvieron dados por los factores: Extractos húmicos y Momentos de aplicación, tal como se indica en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1: Factores en estudio

FACTOR	NIVEL	CLAVE
Extractos Húmicos	Humix Gen 25	E <sub>1</sub>
	Humi Plus 24	E <sub>2</sub>
Momentos de aplicación	Emergencia del cultivo	M <sub>1</sub>
	Botoneo floral	M <sub>2</sub>
	Inicio de formación de vainas	M <sub>3</sub>
	Sin aplicación (Testigo)	M <sub>4</sub>

#### 3.5.4 Tratamientos en estudios:

Estuvieron dados por las combinaciones de los factores en estudio, tal como se indica en el Cuadro 3.3

**Cuadro 3.2: Tratamientos en estudio**

N°	TRATAMIENTOS			CLAVE
01	Humix Gen 25	x	Emergencia del cultivo	E <sub>1</sub> M <sub>1</sub>
02	Humix Gen 25	x	Botoneo floral	E <sub>1</sub> M <sub>2</sub>
03	Humix Gen 25	x	Inicio de formación de vainas	E <sub>1</sub> M <sub>3</sub>
04	Sin aplicación de Humix Gen			E <sub>1</sub> M <sub>4</sub>
05	Humi Plus 24	x	Emergencia del cultivo	E <sub>2</sub> M <sub>1</sub>
06	Humi Plus 24	x	Botoneo floral	E <sub>2</sub> M <sub>2</sub>
07	Humi Plus 24	x	Inicio de formación de vainas	E <sub>2</sub> M <sub>3</sub>
08	Sin aplicación de Humi Plus			E <sub>2</sub> M <sub>4</sub>

**DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.-** En el presente experimento se empleó el diseño experimental de “Bloques Completos al Azar” (B.C.A.) dispuestos en parcelas divididas, estudiándose en parcelas el factor Extracto húmico y en sub-parcelas el factor Momento de aplicación. El número de repeticiones fue de cuatro (04).

El análisis estadístico comprende el análisis de varianza (ANVA) para cada una de las observaciones experimentadas y la respectiva prueba de significación de Duncan al 0.05 de probabilidad.

### 3.5.5 Materiales y equipos

#### A. Material de campo:

- Semilla: Se empleó semilla certificada de Frijol Loctao, de la variedad “Jumbo” de procedencia del Instituto de Desarrollo Agrario de Lambayeque – IDAL.

- Fertilizantes: En el presente trabajo se empleó Superfosfato Triple de Ca 46%  $P_2O_5$
- Extractos húmicos: se emplearon los productos comerciales Humix Gen 25 y Humi Plus 24.
- Biocidas: Se empleó un biocida necesario para el control de plagas y enfermedades, el cual estuvo elaborado a base de ajo.

**B. Material complementario:**

Se utilizaron wincha, palanas, estacas, cordeles marcados, regla graduada, libreta de campo, bolsas de papel, etc.

C. De laboratorio.-Se emplearon todos los reactivos y materiales necesarios para el análisis físico químico del suelo; así como balanza de precisión.

### **3.5.6 Conducción del experimento.**

- a) Preparación de terreno.- Comprendió las siguientes labores:
  - ✓ Eliminación de rastrojos y malezas del cultivo anterior.
  - ✓ Aradura.- Se hizo con arado de discos en terreno seco.
  - ✓ Riego de machaco.- Se efectuó empleando un volumen de agua, que se hizo ingresar por inundación, para humedecer el suelo del campo experimental
  - ✓ Gradeo.- Se realizó en condiciones de Capacidad de campo, empleando grada de discos para mullir el suelo.
  - ✓ Surcadura.- Se hizo con arado surcador graduado a un distanciamiento de 0.80 m.
  - ✓ Trazado y marcado del campo; se realizó de acuerdo a las dimensiones indicadas en el Croquis 01
- b) Desinfección de la semilla:
 

Se efectuó previo a la siembra empleándose extracto de ajo, a la dosis de 100 cc. por kilogramo de semilla de frijol.

- c) Siembra.-Se ejecutó cuando el terreno estuvo en capacidad de campo. La siembra fue manual colocándose 5 semillas por golpe en el lomo de surco, con el fin de dejar con el desahije tres (03) plantas por golpe, los distanciamientos de siembra fueron de 0.40 m. entre golpes y 0.80 m. entre surcos. Considerando el peso promedio de 100 semillas se empleó aproximadamente 15 kg./ha.
- d) Fertilización al suelo: Para la presente labor agronómica se utilizó Superfosfato triple de Calcio 46%  $P_2O_5$ , en la dosis de 100 kg.  $P_2O_5$ /ha. La aplicación se hizo cuando el cultivo presentó un 100% a la emergencia total.
- e) Desahijé.-Se efectuó cuando la planta tenía una edad de 15 días después de la siembra, dejándose sólo tres (03) plantas por golpe.
- f) Aplicación de extractos húmicos: Para la presente labor se tomaron en consideración los momentos de aplicación en estudio, efectuándose dicha actividad en la dosis de 1.0 l./200 l. de agua, efectuándose previo a cada aplicación la correspondiente “prueba en blanco”.
- g) Control Fitosanitario.-En este aspecto se debe reportar la presencia de “Mosquilla” (Hydrellia wertii), “Pulgón” (Aphis gossypii) para lo cual se efectuó aplicaciones de extracto de ajo a la dosis 1 lt/20 lt. de agua. Cabe indicar que debido a la variabilidad del clima, en la fase vegetativa se presentó la enfermedad Oídium, la cual fue controlada con aplicaciones de ajo.
- h) Deshierbos.-Se efectuaron tres (03) deshierbos manuales a los 14, 28 y 46 días después de la siembra. Las malezas que se presentaron fueron: “Coquito” (Cyperus sculentum), la “Verdolaga” (Portulaca oleracea) y “Cadillo” (Cenchrus echinatus)
- i) Cultivos: Se ejecutó a los 30 días después de la siembra con el fin de airear el suelo y estimular una mejor oxigenación del cultivo.

- j) Riegos.-Se aplicaron riegos ligeros a los 21, 36, 54 y 69 días después de la siembra.
- k) Cosecha.-Se efectuó en forma manual, recolectándose las vainas de los surcos centrales de cada unidad experimental cuando estas presentaron el grano completamente seco. Los valores se reportan en kilogramos por área cosechable y luego ser transformados a kilogramo por hectárea.

### **3.5.7 Observaciones experimentales**

#### **a) Rendimiento de grano (kg./ha.)**

Se determinó en base al grano cosechado de las plantas de los surcos centrales de cada tratamiento en estudio, el cual es referido en kg./área cosechable para luego transformarse en kg./ha.

#### **b) Número de vainas por planta:**

Se evaluó al momento de la cosecha, tomándose diez (10) plantas competitivas al azar de cada tratamiento, contándose en cada una de ellas el número total de vainas por planta. Se reporta el dato promedio.

#### **c). Número de granos por vaina:**

Esta observación se efectuó tomando al azar diez (10) vainas de cada tratamiento, y a las cuales individualmente se le contó el número de granos, refiriéndose al valor promedio.

#### **d) Peso de 100 granos (g.):**

Se determinó en base a cinco (05) muestras de 100 granos cosechados de cada tratamiento, las cuales fueron pesados por separado en una balanza analítica para referir luego el peso promedio expresado en gramos.

e) Altura de planta (cm.):

Se realizó tomando diez (10) plantas competitivas de los surcos centrales a las que se le midió su altura desde el cuello de la planta hasta la yema terminal del tallo principal, se empleó una cinta métrica y se efectuó al 100% de floración de cada unidad experimental. Se expresa en centímetros.

f) Área foliar por planta ( $\text{dm}^2$ ):

Se determinó en plena floración, para lo cual se tomaron diez (10) plantas al azar de los surcos laterales las cuales se defoliaron para proceder a aplicar el método del sacabocado, registrándose los resultados en  $\text{dm}^2/\text{planta}$ .

g) Días al inicio de floración:

Se determinó contando el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas de los surcos centrales presentaron al menos una flor.

h) Periodo vegetativo:

Para esto, se contó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha de cada variedad evaluada..

i) Número de nódulos por planta:

Se evaluaron cuando el cultivo se encontró en plena floración, para lo cual se tomaron diez (10) plantas competitivas de surcos laterales de los tratamientos en estudio observándose en cada una de ellas la presencia de nódulos en el sistema radicular y reportándose el valor promedio.

### **3.5.8 Análisis económico**

Se realizó en función del valor bruto de la producción de los costos correspondientes a los tratamientos en estudio, los cuales nos permitió obtener la utilidad y mediante el uso de la relación beneficio/costo calcular la rentabilidad económica.



### 3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

La técnica empleada en la presente investigación fue la observación además como instrumento la libreta de apuntes, cámara fotográfica y equipos de campo y laboratorio. Los datos obtenidos en la técnica de recolección de datos nos permitió realizar el Análisis de la Varianza y la correspondiente Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad para rendimiento de grano y las diferentes características planteadas a evaluar, por último se procedió el análisis económico.

### 3.7 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

#### A. Sub-Parcela

Largo	:	6.00 m.
Ancho	:	3.20 m.
Área total	:	19.20 m <sup>2</sup> .
Separación entre parcelas	:	0.80 m.

#### B. Parcela

Largo	:	13.80 m.
Ancho	:	6.00 m.
Área total	:	82.80 m <sup>2</sup>
Separación entre parcelas	:	1.00 m.

#### B. Block

Largo	:	28.60 m.
Ancho	:	6.00 m.
Area total	:	171.60m <sup>2</sup>

#### C. Campo experimental

Largo	:	28.60 m.
Ancho	:	28.50 m.
Área total	:	815.10 m <sup>2</sup>

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO EXPERIMENTAL**

Según el Cuadro 4.1, de los resultados del análisis físico-químico del suelo experimental, se puede establecer que éste presentó una textura de suelo franco arenoso con un predominio de arena que reporta un valor de 71%, de limo 19% y arcilla 10%, en pH. igual a 7.13 que es considerado como un nivel ligeramente alcalino; un contenido de materia orgánica igual a 1.02% y de nitrógeno total de 0.38% que son considerados niveles bajos.

El fósforo disponible indica un valor igual a 18.0 ppm. que indica un nivel medio, el potasio asimilable con un contenido de 181 ppm. establece un nivel alto.

El contenido de calcáreo nos indica un valor de 0.39%, es decir un nivel medio.

La conductividad eléctrica reporta un resultado igual a 0.33 dS/m. es decir un nivel bajo en sales.

La capacidad de intercambio catiónico establece un valor de 8.39  $\text{cmol}^{(+)}\text{k.}$  de suelo con predominio de los cationes Ca y Mg.

Los valores anotados nos indican que el cultivo se instaló en un suelo con características adecuadas para su crecimiento y desarrolló ya que según Oplinger et al. (1997) el loctao se adapta a una amplia gama de suelos bien drenados, pero es mejor en suelos franco arenosos fértiles. Así mismo según el Instituto Nacional de Investigación Agraria –INIA (2000), el frijol loctao requiere suelo Franco sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica en el suelo no debe ser mayor de 2 mmhos/cm. Bien drenados y nivelados. De textura franca (arenoso, limoso o arcilloso) y con buen contenido de materia orgánica y nivel de salinidad tolerada.

**CUADRO 4.1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO  
DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

DETERMINACIONES	UNIDAD	VALOR
- Textura		Franco arenoso
Arena	%	71
Limo	%	19
Arcilla	%	10
- Reacción	pH	7.13
- Materia orgánica	%	1.02
- Nitrógeno total	%	0.38
- Calcáreo ( $\text{CaCO}_3$ )	%	0.39
- Fósforo disponible	ppm. P	18.0
- Potasio asimilable	ppm. K	181.0
- Conductividad Eléctrica	dS/m.	0.33
- Capacidad de intercambio catiónico	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	8.39
Ca <sup>++</sup>	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	5.03
Mg <sup>++</sup>	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	2.10
K <sup>+</sup>	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	0.45
Na <sup>+</sup>	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	0.41

## **4.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS**

El Cuadro 4.2, nos muestra los valores de los factores climáticos ocurridos durante la conducción del cultivo y según los cuales podemos indicar:

La temperatura máxima reportó un valor ascendente entre 28.3 °C a 31.8°C; la temperatura mínima de 17.5°C a 20.2°C y un rango de temperatura media de 22.1°C a 25.3°C.

La humedad relativa registra valores descendentes que varían entre 72.0% a 67.0%. La precipitación pluvial reporta valores en un rango también descendente de 1.8 a 0.0 mm.

En lo que respecta a horas de sol, estos valores fluctuaron entre 5.3 a 7.6 horas.

Tal como se indica, estas condiciones climáticas fueron favorables para el cultivo de frijol loctao en su producción de grano.

Tal como se indica, estas condiciones climáticas se expresan con temperaturas descendientes en relación al cambio de estación climática apreciándose así mismo un incremento de la humedad relativa y descenso de las horas de sol pero que aun así fueron favorables para el cultivo de frijol loctao tal como lo indican GOMEZ (2000) e IICA (1989), que sostienen que este cultivo se adapta bien a zonas cálidas, semiáridas soportando temperaturas de hasta 40°C., como mínima de 12°C y óptimas de 18 a 24°C; en cuanto a horas de sol necesita de 6 a 7 horas..

**CUADRO 4.2: DATOS CLIMATOLÓGICOS PROMEDIOS MENSUALES  
DURANTE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO. PIURA 2016-2017**

MESES	TEMPERATURA ( °C )			H.R. (%)	p.p. (mm.)	HORAS SOL
	Máy.	Mínima	Media			
Setiembre 2017	28.3	17.5	22.1	72.0	0.0	7.4
Octubre 2017	29.0	17.6	22.4	71.0	1.8	5.3
Noviembre 2017	29.0	17.7	22.5	70.0	0.0	7.2
Diciembre 2017	31.8	20.2	25.3	67.0	0.2	7.6

Fuente: Estación Meteorológica de Miraflores – SENAMHI.

#### **4.3. RENDIMIENTO DE GRANO (kg/área cosechable: 6 x 1.60: 9.60 m<sup>2</sup>)**

Visto el Cuadro del análisis de varianza, Cuadro 4.3, se puede observar que los factores en estudio: extractos húmicos y momentos de aplicación así como la interacción correspondiente presentaron una alta significación estadística. Se cuantifica un coeficiente de variabilidad para parcela de 5.83% y de 6.68% para subparcela.

##### **EFFECTO PRINCIPAL EXTRACTOS HUMICOS**

De acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.4, se aprecia que los

extractos húmicos en estudio manifiestan un comportamiento estadístico diferente. Se establece que el extracto húmico Humix Gen 25 logró el mayor rendimiento de grano con

2003.91kg/ha. mientras que Humi Plus 24 reporta el menor valor promedio con 1824.22 Kg/ha. Véase Figura 4.1.

Los resultados obtenidos para este efecto, se atribuye a la composición química de los extractos húmicos evaluados y en donde el Humix Gen 25 presenta una mayor cantidad y concentración de elementos nutricionales que son necesarios para todo tipo de proceso vegetal y reproductivo de las plantas, en comparación con el contenido del extracto Humi Plus 24. El Humix Gen 25 destaca por su alta concentración de ácidos húmicos y fúlvicos, bacterias benéficas, macro y micro elementos quelatizados en forma orgánica, enzimas biológicas más vitaminas B1 para ser aplicado al follaje, y que manifiestan un efecto satisfactorio en el proceso de fotosíntesis, aumentando el verdor y lozanía de las plantas. Dinamizan los procesos enzimáticos, metabólicos de las plantas. Favorece frutos mejor desarrollados. Su efecto quelatizante, mejora la asimilación de los elementos mayores y menores ejerciendo un poder de desbloqueo que se encuentran inoperantes y/o sin dirección. ITAGRO S. A. (2005),

Los efectos directos se relacionan con la absorción de las sustancias húmicas por las plantas cultivadas y los cambios que promueven en el metabolismo de las mismas, lo cual finalmente puede reflejarse en una mayor tolerancia de la planta al estrés ambiental y una mejor producción y calidad en las cosechas. El asperjado con AH's foliar tiene

efectos notables en el crecimiento vegetativo, la actividad fotosintética, el índice de área foliar (Ghorbaniet al.2010, citado por Ayón et al. 2017).

#### EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN

Para el presente efecto, según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, se visualiza que el momento de aplicación Botoneo floral logró el mayor valor de rendimiento de grano con 2173.18 kg/ha, y que estadísticamente difirió con los demás niveles de estudios en donde los momentos emergencia del cultivo e inicio de formación de vainas manifiestan un comportamiento estadístico similar. El menor rendimiento de grano lo reporta el nivel sin aplicación con 1680.99 kg/ha. Véase Figura 4.2

Es destacable la aplicación de extractos húmicos en el momento del Botoneo floral puesto que constituye una fase crítica en la especie vegetal en estudio y en donde la planta da inicio al proceso de reproducción con la formación de los órganos que posteriormente se convertirán en frutos cosechables y para lo cual será necesario la disponibilidad de elementos nutricionales que sean de rápido efecto y que sean fácilmente asimilables. Con esta aplicación se asegura en el cultivo que la planta no sufra del proceso de abscisión floral ni de vainas evitándose la posterior caída en lo posible de frutos cosechables, favoreciéndose así la producción final del cultivo.

#### EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

El Cuadro respectivo, Cuadro 4.4, nos permite indicar que para las comparaciones horizontales los momentos de aplicación: Emergencia del cultivo y Sin aplicación en interacción con los respectivos extractos húmicos manifiestan un comportamiento estadístico similar. Las interacciones entre los momentos de aplicación Botoneo floral e Inicio de formación de vainas con los respectivos extractos húmicos manifiestan un comportamiento estadístico diferente.

En lo que respecta a las comparaciones verticales, se manifiesta que el extracto Humix Gen en interacción con el momento de aplicación al Botoneo floral estadísticamente supera y difiere a las demás interacciones. Humi Plus 24 en interacción con los diferentes momentos de aplicación manifiesta un comportamiento estadístico similar.

El mayor rendimiento de grano, es establecido por la interacción del extracto húmico Humix Gen 25 con el momento de aplicación Botoneo floral al obtener un valor promedio de 2406.25 kg/ha. Observar Figura 4.3

Nuestros resultados justifican lo sostenido por Rodríguez (s.f.) quien destaca que la importancia del estudio y del manejo de las sustancias húmicas, radica en la gran influencia que tienen sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos, tanto en forma directa como indirecta. Los efectos indirectos se refieren al papel de las sustancias húmicas en el mejoramiento de la fertilidad del suelo y específicamente en los atributos físicos, químicos y biológicos del mismo. Los efectos directos se relacionan con la absorción de las sustancias húmicas por las plantas cultivadas y los cambios que promueven en el metabolismo de las mismas, lo cual finalmente puede reflejarse en una mayor tolerancia de la planta al estrés ambiental y una mejor producción y calidad en las cosechas.



Cuadro 4.3 Análisis de varianza para Rendimiento de grano (Kg/área cosechable: 6 x 1.60: 9.60 m<sup>2</sup>)

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	0.050	0.017	1.34	
Extractos húmicos (E)	1	0.238	0.238	19.18	**
Error (a)	3	0.037	0.012		
Momentos de aplic. (M)	3	0.956	0.319	19.53	**
Interacción E x M	3	0.424	0.141	8.67	**
Error (b)	18	0.294	0.016		
Total	31	1.998			

CV(a): 5.83% CV(b): 6.68%

Cuadro 4.4 Efecto principal Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción para el Rendimiento de grano (kg/ha.) Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Momentos de aplicación	Extractos húmicos		Efecto principal momentos de aplicación
	Humix Gen 25 (E1)	Humi Plus 24 (E2)	
Emergencia del cultivo (M <sub>1</sub> )	1929.69 b A	1747.40 a A	1838.54 b
Botoneo floral (M <sub>2</sub> )	2406.25 a A	1940.10 a B	2173.18 a
Inicio form. Vainas (M <sub>3</sub> )	2096.35 b A	1830.73 a B	1963.54 b
Sin aplicación (M <sub>4</sub> )	1583.33 c A	1778.65 a A	1680.99 c
Efecto principal extractos húmicos	2003.91 A	1824.22 B	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes .

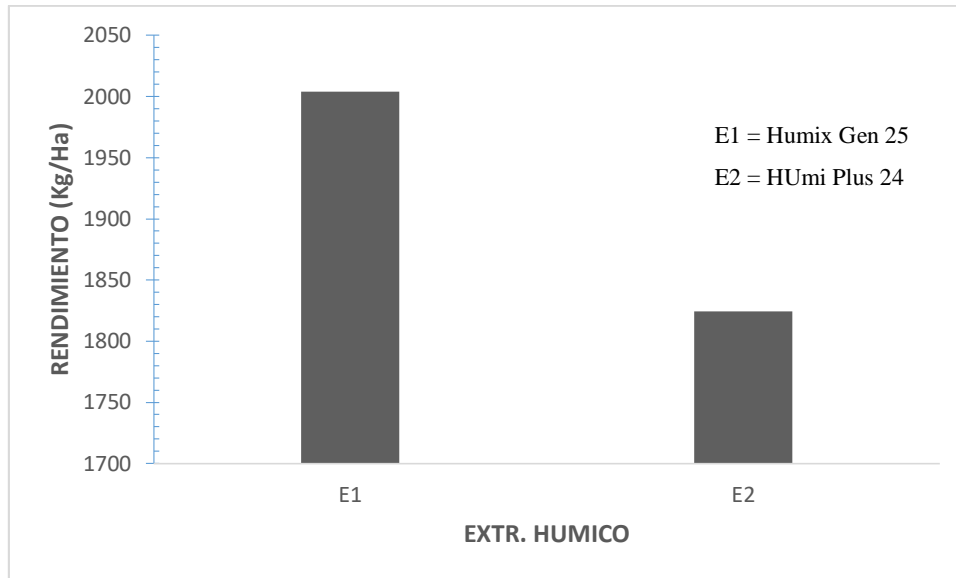


Figura 4.1 Efecto principal Extracto húmico sobre Rendimiento de grano (kg/ha)

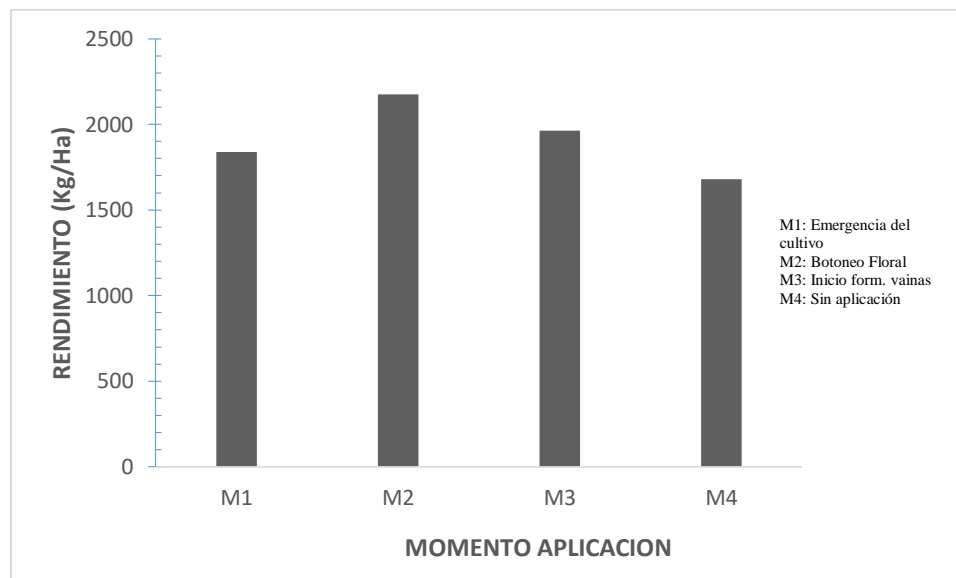


Figura 4.2 Efecto principal Momentos de aplicación sobre Rendimiento de grano (kg/ha)

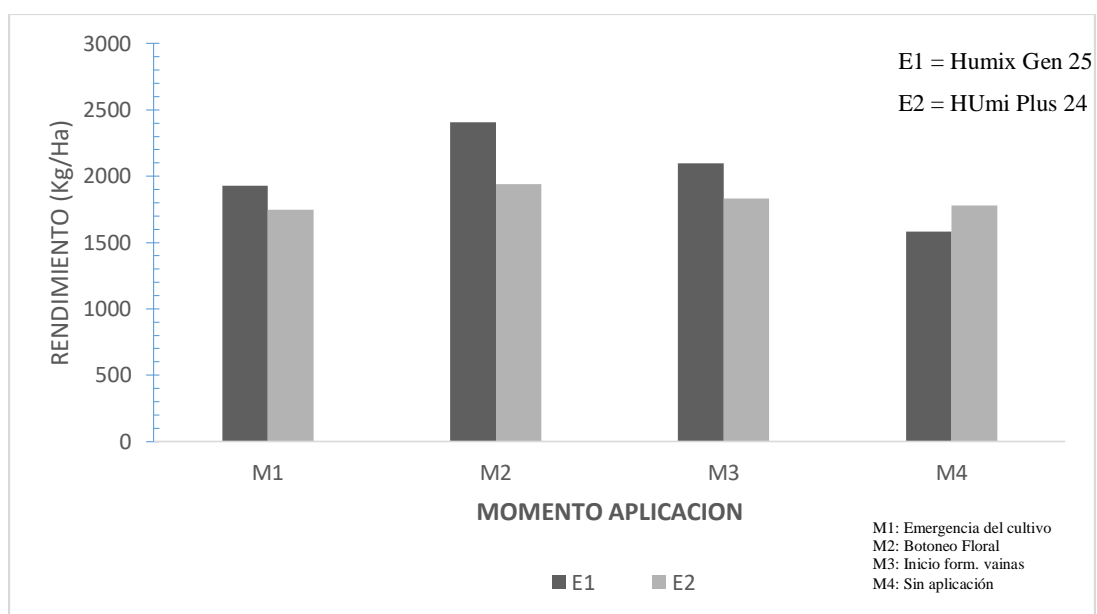


Figura 4.3 Efecto de las interacciones sobre Rendimiento de grano (kg/ha)

#### 4.4 NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

El análisis de varianza, Cuadro 4.5, nos muestra significación estadística para el factor Extractos húmicos, una alta significación estadística para el factor Momentos de aplicación mas no se aprecia significación alguna para la interacción de ambos factores. Se cuantifican coeficientes d variabilidad de 5.18% y 6.24% para parcela y subparcela, respectivamente.

##### EFFECTO PRINCIPAL EXTRACTOS HUMICOS

La prueba de Duncan correspondiente, Cuadro 4.6, nos muestra que los extractos húmicos evaluados manifiestan un comportamiento estadístico diferente y en donde el Humix Gen 25 con un valor promedio de 66.88 vainas por planta superó numérica y estadísticamente al extracto Humi Plus que alcanzó el menor valor con 61.75 vainas por planta. Observar Figura 4. 4

Los valores obtenidos en la presente característica valoran la influencia positiva de la aplicación de los extractos húmicos en este tipo de especies vegetales los cuales favorecen la formación de órganos productivos tanto en su número como en su calidad, como consecuencia de un mejor proceso metabólico y disponibilidad de elementos nutricionales especialmente del extracto Humix Gen 25.

Se debe tomar en cuenta que los ácidos húmicos pertenecen al grupo de sustancias húmicas, incrementan la permeabilidad de la membrana, favoreciendo las aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la translocación de macro y micronutrientes dentro de la planta lográndose un mejor aprovechamiento de los mismos, participan en la fotosíntesis ayudando a estimular la producción de clorofila. Los ácidos húmicos también tienen importancia en la producción de iones minerales y son reconocidos por su habilidad de hacer a las vitaminas y minerales absorbibles para las plantas.. (Intagri S.f.)

## EXTRACTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN

Según la prueba de Duncan correspondiente podemos establecer que el momento de aplicación Botoneo floral superó numérica y estadísticamente a los demás niveles estudiados. Se aprecia que el mayor número de vainas por planta lo reporta el momento de aplicación Botoneo floral con un promedio de 72.25 vainas mientras que el menor número lo logra el nivel sin aplicación con 58.50 vainas. Véase Figura 4.5

Para la presente característica se asume que hubo una mayor efectividad de aplicación del extracto húmico cuando la planta se encontraba en una fase de necesidad crítica para hacer frente a la formación de estructuras cuyo desarrollo va a ser el resultado de la actividad de aprovechamiento de los recursos disponibles en las plantas y en este caso el extracto Humix Gen 25 por su composición química resulto ser el más efectivo.

## EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

El cuadro respectivo nos permite apreciar un comportamiento estadístico similar entre las diferentes interacciones horizontales efectuadas es decir entre los diferentes momentos de aplicación y los extractos húmicos evaluados.

Para las comparaciones verticales apreciamos que tanto el extracto húmico Humix Gen 25 como Humi Plus 24 en interacción con el momento de aplicación Botoneo floral superaron numérica y estadísticamente a las demás interacciones efectuadas, siendo la interacción de Humix Gen 25 con Botoneo floral la interacción que reporta el mayor número de vainas por planta con 77.50 vainas. Véase Figura 4.6

Cuadro 4.5 Análisis De Varianza Para Número De Vainas Por Planta

FV	GL	SC	CM	FC	SIGNIF.
Bloques	3	38.375	12.792	1.08	
Extractos húmicos (E)	1	210.125	210.125	17.82	*
Error (a)	3	35.375	11.792		
Momentos de aplic. (M)	3	936.375	312.125	18.29	**
Interacción E x M	3	81.375	27.125	1.59	No
Error (b)	18	307.250	17.069		
Total	31	1608.875			

CV(a): 5.18% y CV(b): 6.24%

Cuadro 4.6 Efecto principal Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción para el Numero de vainas por planta. Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Momentos de aplicación	Extractos húmicos		Efecto principal momentos de aplicación
	Humix Gen 25 (E1)	Humi Plus 24 (E2)	
Emergencia del cultivo (M <sub>1</sub> )	62.50 bcA	58.00 bc A	60.25 c
Botoneo floral (M <sub>2</sub> )	77.50 a A	67.00 a A	72.25 a
Inicio form. Vainas (M <sub>3</sub> )	67.50 b A	65.00 b A	66.25 b
Sin aplicación (M <sub>4</sub> )	60.00 c A	57.00 c A	58.50 c
Efecto principal extractos húmicos	66.88 A	61.75 B	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes

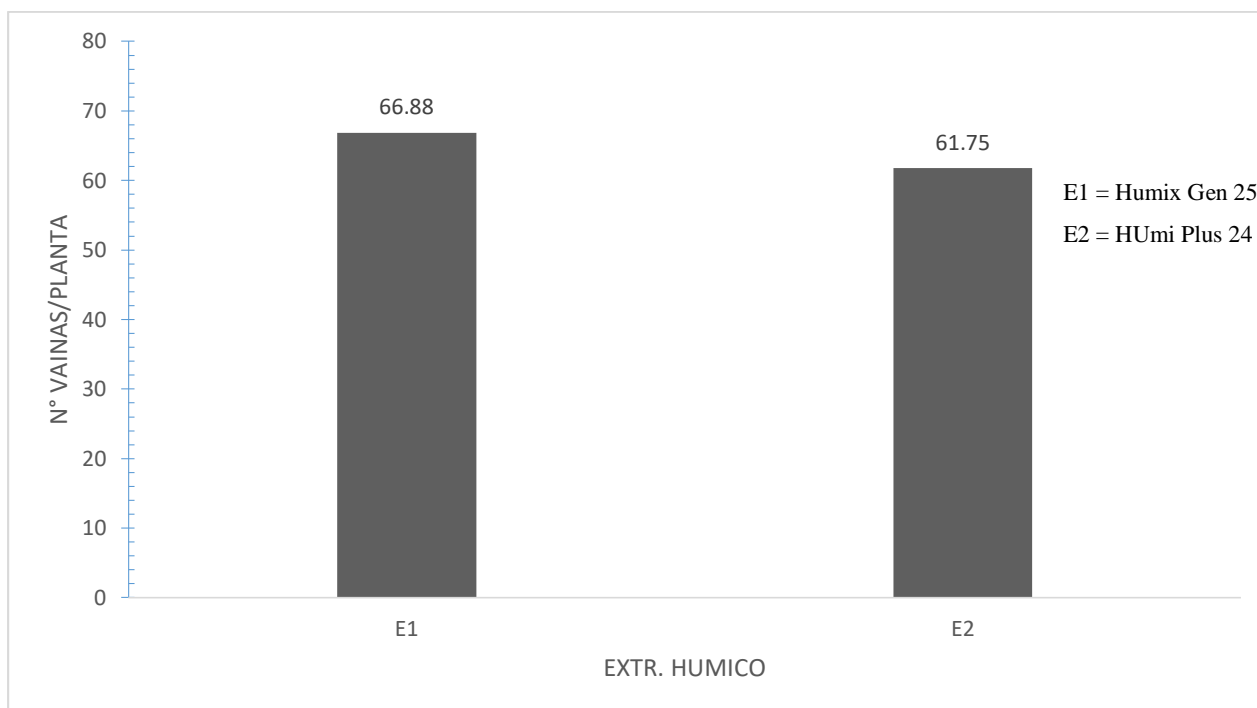


Figura 4.4 :Efecto principal Extractos húmicos sobre el Numero de vainas por planta

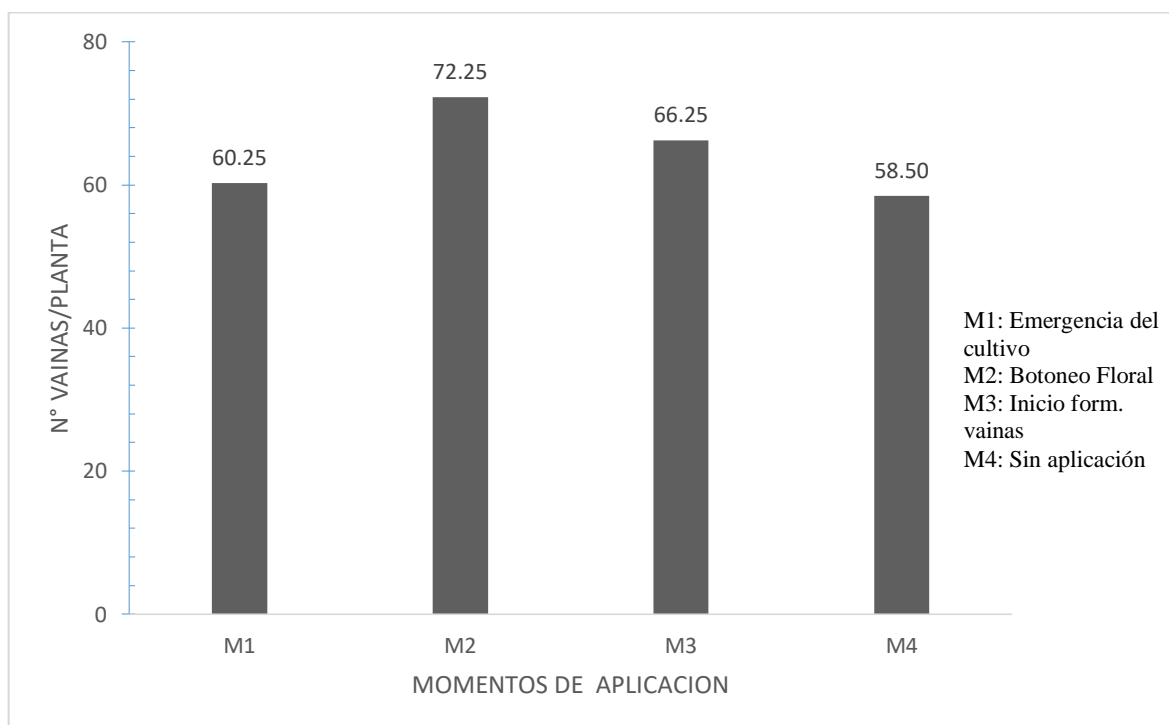


Figura 4.5: Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Numero de vainas por planta

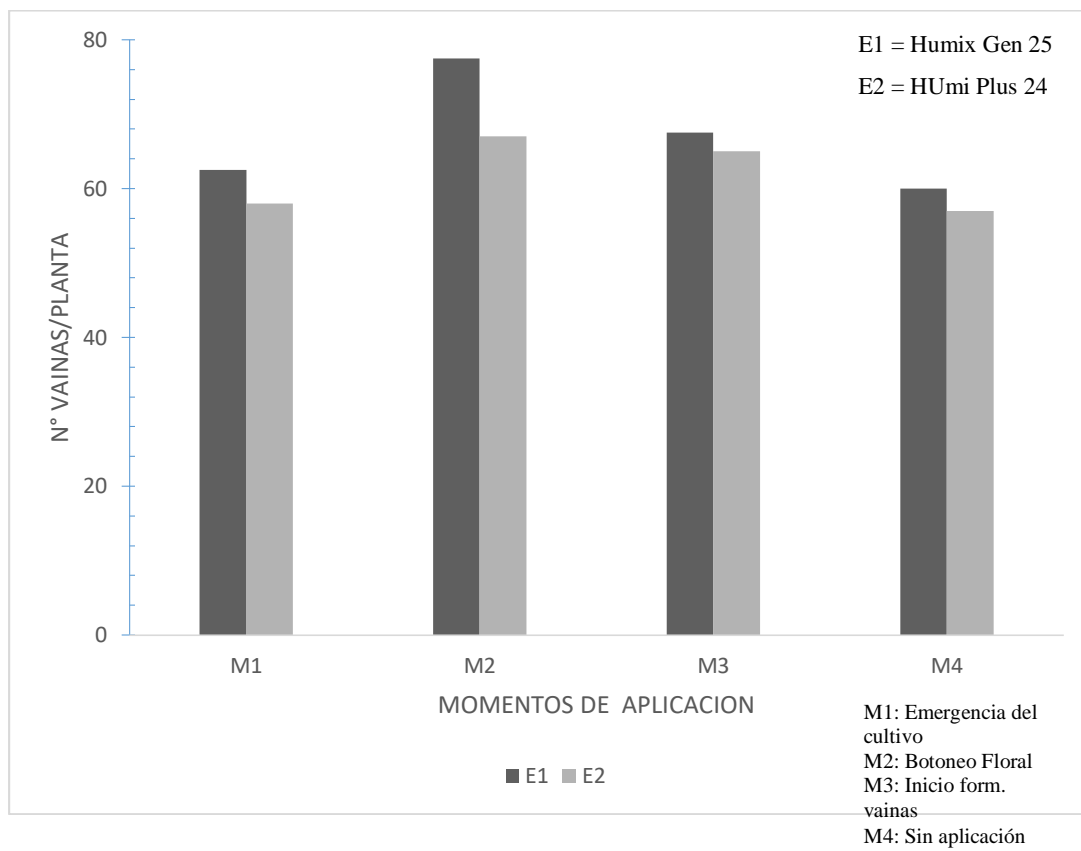


Figura 4.6: Efecto de las interacciones sobre el Número de vainas por planta



## **4.5 NÚMERO DE GRANOS POR VAINA**

El análisis de varianza, Cuadro 4.7, nos permite apreciar que los factores en estudio: extractos húmicos, momentos de aplicación y la correspondiente interacción no presentan significación estadística alguna.

Se cuantifican coeficientes de variabilidad para parcela de 6.76% y de 7.09% para subparcela, respectivamente.

### **EFFECTO PRINCIPAL EXTRACTOS HUMICOS**

La prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.8, nos permite apreciar un comportamiento estadístico similar entre los extractos húmicos evaluados, siendo el Humix Gen 25 el extracto húmico que logró el mayor valor numérico con 13.63 vainas mientras que Humi Plus logro el menor promedio con 12.88 vainas. Observar Figura 4.7

### **EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN**

El Cuadro 4.8, nos indica que el momento de aplicación Botoneo floral con un valor promedio igual a 14.50 granos por vaina superó numérica y estadísticamente a los demás niveles de evaluación los cuales manifestaron un comportamiento estadístico similar. El menor número de granos por vaina le corresponde al momento Sin aplicación con 12.50 granos. Observar Figura 4.8

### **EFFECTO DE LAS INTERACCIONES**

El correspondiente Cuadro de las interacciones, nos permite establecer que en las comparaciones horizontales la interacción del momento Botoneo floral con los extractos húmicos evaluados establecen un comportamiento estadístico diferente, mientras que las demás interacciones entre los factores estudiados establecen un comportamiento estadístico similar.

Para las comparaciones verticales, observamos que el extracto Humix Gen 25 en interacción con el momento de aplicación Botoneo floral difirió estadísticamente con las demás interacciones las cuales muestran un comportamiento estadístico similar entre ellas. Las interacciones efectuadas entre el extracto húmico Humi Plus 24 con los diferentes momentos de aplicación, muestran resultados estadísticamente similares. Véase Figura 4.9

Cuadro 4.7 Análisis de varianza para Número de granos por vaina

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>SIGNIF.</b>
Bloques	3	7.000	2.333	2.80	
Extractos húmicos (E)	1	4.500	4.500	5.40	NO
Error (a)	3	2.500	0.833		
Momentos de aplic. (M)	3	19.000	1.056	1.15	NO
Interacción E x M	3	4.500	1.500	1.64	NO
Error (b)	18	16.500	0.917		
Total	31	54.000			

CV(a): 6.76% y CV(b): 7.09%

Cuadro 4.8 Efecto principal Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción para el Numero de granos por vaina. Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Momentos de aplicación	Extractos húmicos		Efecto principal momentos de aplicación
	Humix Gen 25 (E1)	Humi Plus 24 ( E2)	
Emergencia del cultivo (M <sub>1</sub> )	13.00 b A	12.50 a A	12.75 b
Botoneo floral (M <sub>2</sub> )	15.50 a A	13.50 a B	14.50 a
Inicio form. Vainas (M <sub>3</sub> )	13.50 b A	13.00 a A	13.25 b
Sin aplicación (M <sub>4</sub> )	12.50 b A	12.50 a A	12.50 b
Efecto principal extractos húmicos	13.63 A	12.88 A	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes

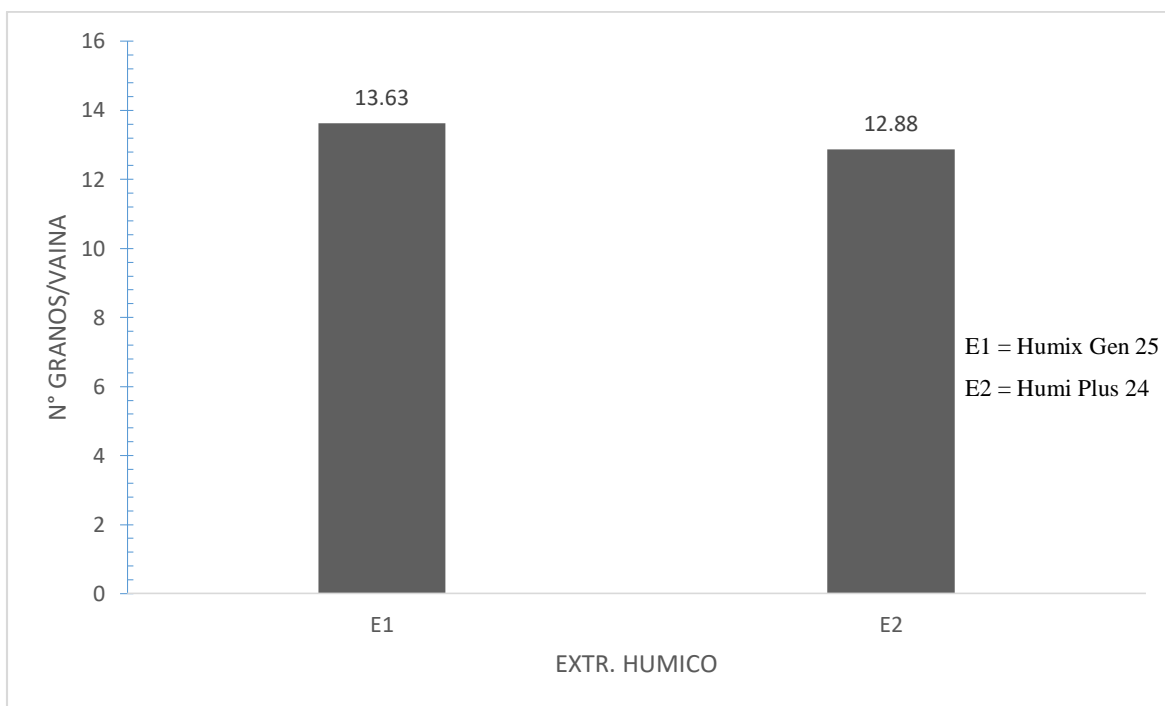


Figura 4.7 Efecto principal Extractos húmicos sobre el Numero de granos por vaina

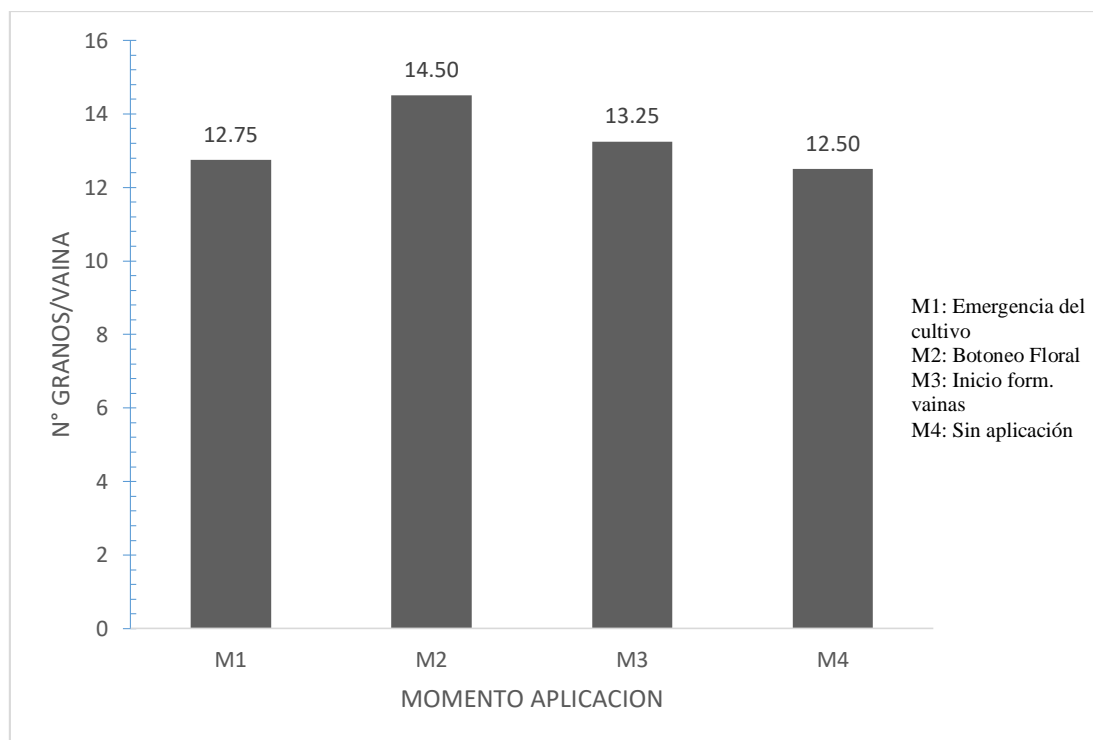


Figura 4.8: Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Numero de granos por vaina

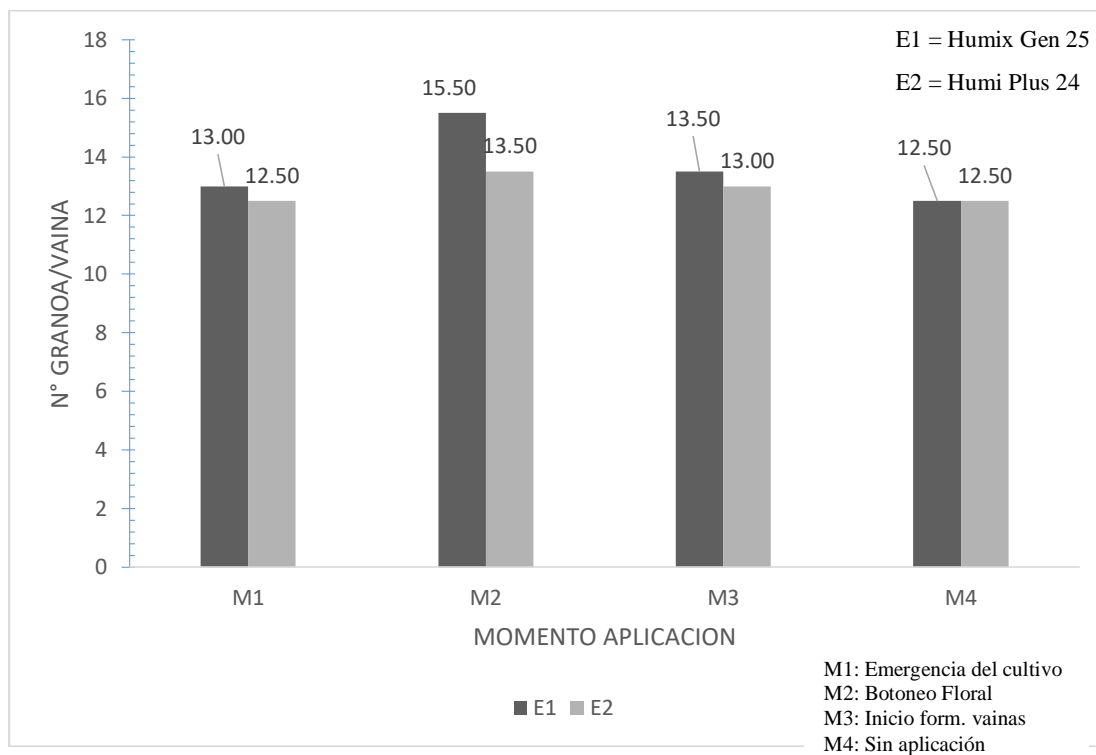


Figura 4.9: Efecto de las Interacciones sobre el Numero de granos por vaina

#### **4.6 PESO DE 100 GRANOS (g.)**

Según el análisis de varianza, Cuadro 4.9, se establece una alta significación estadística para los factores Extractos húmicos y Momentos de aplicación. No se reporta significación alguna para la interacción respectiva. Se manifiestan coeficientes de variabilidad de 3.76% para parcela y 4.95% para subparcela.

##### **EFFECTO PRINCIPAL EXTRACTOS HUMICOS**

El Cuadro 4.9, de la prueba de Duncan, nos permite indicar un comportamiento estadístico diferente entre los valores promedios alcanzados por los extractos húmicos evaluados y en donde el extracto Humix Gen 25 logró el mayor peso de 100 granos con 5.43 g. mientras que Humi Plus obtuvo 5.04 g. Observar Figura 4.10

Los resultados obtenidos con la aplicación del Humix Gen 25 se atribuyen a la mayor cantidad y contenido de sustancias nutricionales que al ser asimilados por los órganos reproductivos influyen en todo el proceso de formación y conformación de los granos y lo cual se refleja en el peso final de las estructuras cosechables.

##### **EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN**

Según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, apreciamos que el momento de aplicación Botoneo floral superó numérica y estadísticamente a todos los demás niveles evaluados, con un valor promedio para la presente característica de 5.77 g. El menor peso obtenido corresponde al nivel Sin aplicación con un valor de 4.88 g. Obsérvese Figura 4.11

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece que la fase de Botoneo floral constituye la de mejor respuesta a la aplicación de los extractos húmicos los cuales son aprovechados adecuadamente y de manera efectiva por las plantas y que van a ser asimilados durante el desarrollo de los procesos fisiológicos que conllevan a una mejor formación y conformación de los granos.

## EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

El cuadro de las interacciones, nos permite observar que para las comparaciones horizontales el momento de aplicación Botoneo floral en interacción con los extractos húmicos evaluados muestran un comportamiento estadístico diferente. Las interacciones entre los demás momentos de aplicación con los extractos húmicos respectivos, establecen un comportamiento estadístico similar.

Para las comparaciones verticales se establece que el extracto húmico Humix Gen 25 en interacción con el momento de aplicación Botoneo floral muestra un comportamiento estadístico diferente con las demás interacciones. Así mismo el extracto húmico Humi Plus 24 en interacción con Botoneo floral muestra un comportamiento estadístico similar con la interacción para con el momento Inicio de formación de vainas, difiriendo con las demás interacciones. Numéricamente el mayor peso de 100 granos lo alcanza la interacción del extracto húmico Humix Gen 25 con el momento de aplicación Botoneo floral con un valor de 6.14 gramos, Observar Figura 4.12

Cuadro 4.9 Análisis de varianza para Peso de 100 granos (g.)

FV	GL	SC	CM	Fc	N
Bloques	3	0.124	0.041	1.02	
Extractos húmicos (E)	1	1.213	1.213	30.01	**
Error (a)	3	0.121	0.040		
Momentos de aplic. (M)	3	3.963	1.321	18.82	**
Interacción E x M	3	0.356	0.119	1.69	NO
Error (b)	18	1.263	0.070		
Total	31	7.040			

CV(a): 3.76%    CV(b): 4.95%

Cuadro 4.10: Efecto principal Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción para el Peso de 100 granos (g.). Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Momentos de aplicación	Extractos húmicos		Efecto principal momentos de aplicación
	Humix Gen 25 (E1)	Humi Plus 24 (E2)	
Emergencia del cultivo (M <sub>1</sub> )	5.09 b A	4.82 bc A	4.96 c
Botoneo floral (M <sub>2</sub> )	6.14 a A	5.40 a B	5.77 a
Inicio form. Vainas (M <sub>3</sub> )	5.51 b A	5.14 ab A	5.32 b
Sin aplicación (M <sub>4</sub> )	4.97 bc A	4.79 c A	4.88 c
Efecto principal extractos húmicos	5.43 A	5.04 B	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes



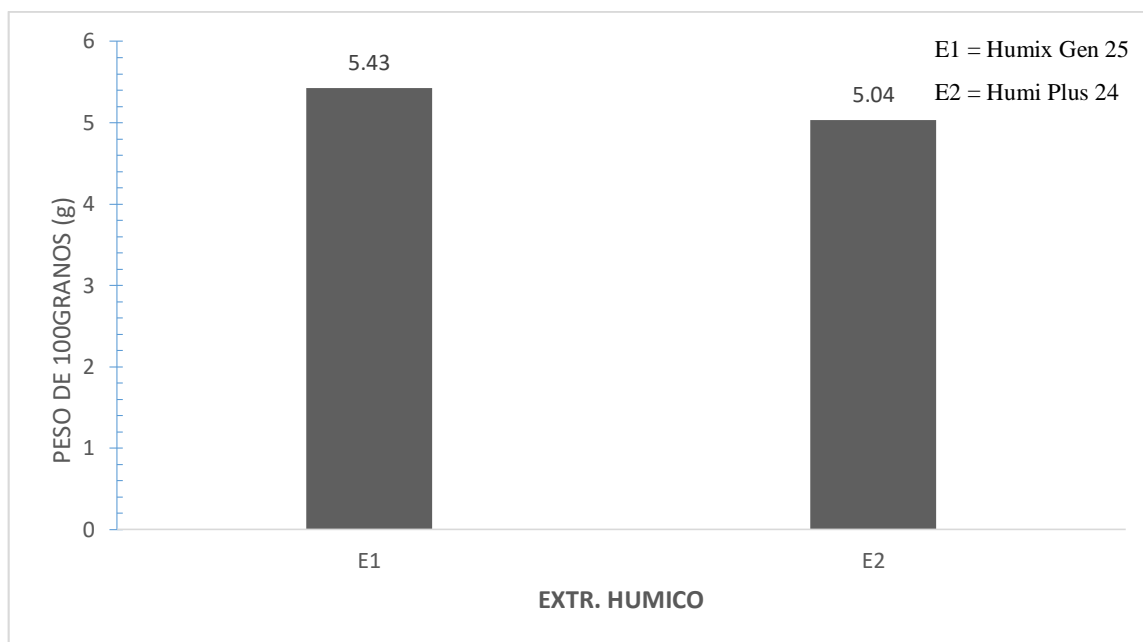


Figura 4.10 Efecto principal Extractos húmicos sobre el Peso de 100 granos (g.)

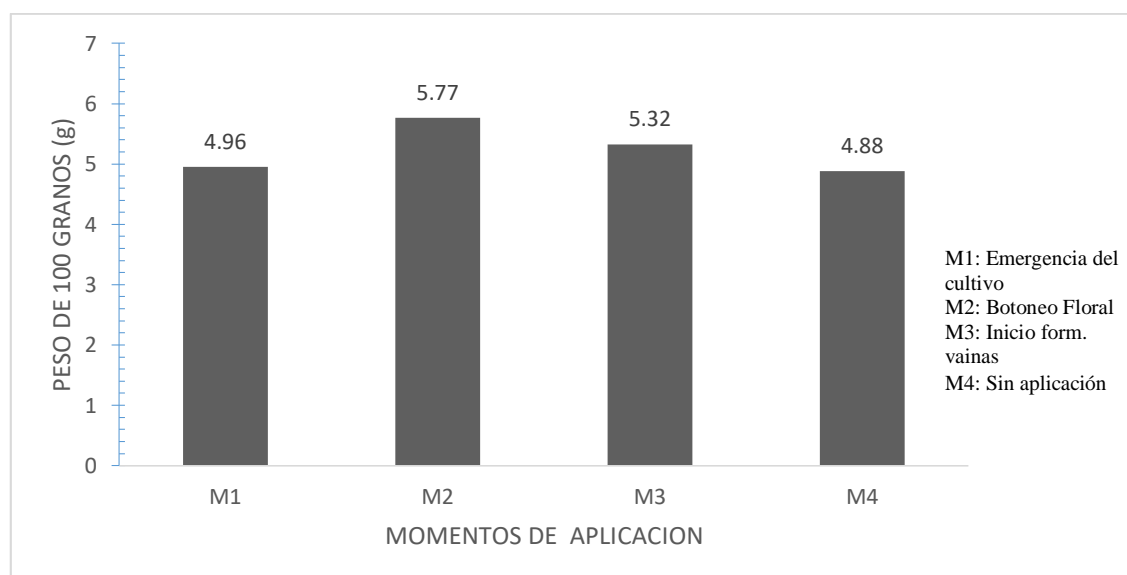


Figura 4.11 Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Peso de 100 granos (g.)

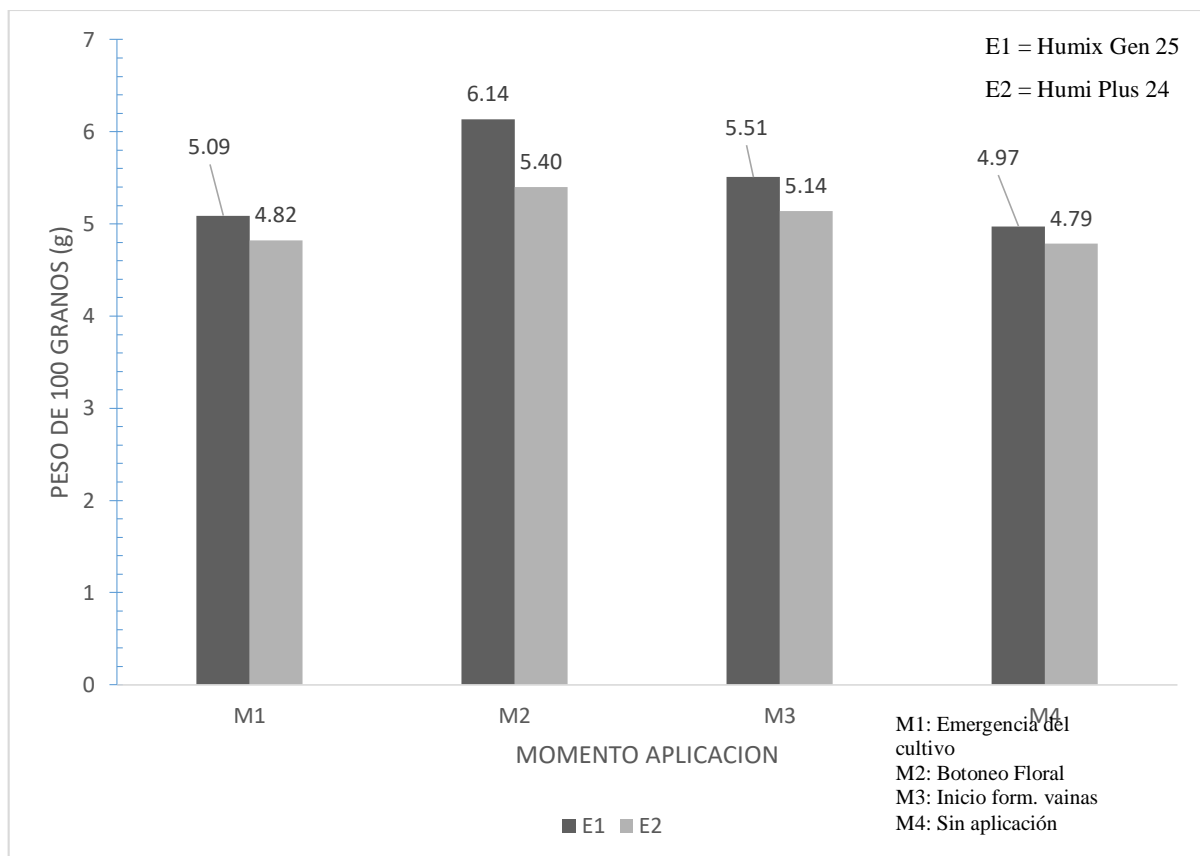


Figura 4.12 Efecto de las interacciones sobre el Peso de 100 granos (g.)

#### **4.7. ALTURA DE PLANTA (cm.)**

Visto el Cuadro 4.11 del análisis de varianza, se observa significación estadística para el factor Extractos húmicos y una alta significación estadística para el factor Momento de aplicación. La interacción no reporta significación estadística alguna.

Se reportan coeficientes de variabilidad de 4,25% para parcela y 4.39% para subparcela, respectivamente.

##### **EFFECTO PRINCIPAL EXTRACTOS HUMICOS**

De acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.12, se manifiesta un comportamiento estadístico diferente entre los extractos húmicos evaluados y en donde la mayor altura de planta igual a 81.47 cm. se obtuvo con el extracto húmico Humix Gen 25 mientras que con el Humi Plus 24 se alcanzó en promedio una altura igual a 77.88 cm. Obsérvese Figura 4.13

Lo anotado anteriormente y teniendo en cuenta la composición química de los extractos húmicos empleados nos conlleva a justificar lo establecido en que los AH's incrementan el crecimiento del cultivar a través de nutrientes de diferentes quelantes, haciendo que los cultivares superen la falta de nutrientes, contribuyen al crecimiento, producción, mejora de la calidad de productos agrícolas, por su contenido en compuestos hormonales (Motaghi&Nejad 2014).

##### **EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN**

Podemos indicar, de acuerdo a la prueba de Duncan; que el momento de aplicación A la emergencia del cultivo con una altura promedio de 83.62 cm. manifiesta un comportamiento estadístico similar para con el momento de aplicación Botoneo floral, difiriendo a su vez con los demás momentos de aplicación evaluados. La menor altura de planta, la reporta el nivel Sin aplicación con un valor promedio de 74.67 cm. Observar Figura 4.14

## EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

El Cuadro correspondiente, con respecto a las comparaciones horizontales establece un comportamiento estadístico diferente entre la interacción del nivel Sin aplicación con los extractos húmicos evaluados. Las demás interacciones entre los diferentes momentos de aplicación y los extractos húmicos manifiestan un comportamiento estadístico similar.

Para las comparaciones verticales, se aprecia que el extracto húmico Humix Gen 25 en interacción con el momento de aplicación A la emergencia del cultivo logra el mayor promedio de altura de planta con un valor de 85.17 cm. que estadísticamente manifiesta un comportamiento similar para con las interacciones con los momentos Botoneo floral y Sin aplicación difiriendo a su vez con el momento Inicio de formación de vainas. A su vez la interacciones del extracto húmico Humi Plus 24 con los momentos A la Emergencia del cultivo y Botoneo floral muestran un comportamiento estadístico similar, difiriendo estadísticamente con las demás interacciones. Ver Figura 4.15

Cuadro 4.11 Análisis de varianza para Altura de planta (cm.).

FV	GL	SC	CM	FC	Signif.
Bloques	3	140.599	46.866	3.91	
Extractos húmicos (E)	1	103.213	103.213	8.62	*
Error (a)	3	35.932	11.977		
Momentos de aplic. (M)	3	428.486	142.829	11.18	**
Interacción E x M	3	67.398	22.466	1.76	No
Error (b)	18	230.025	12.779		
Total	31	1005.653			

CV(a): 4.25%    CV(b): 4.39%

Cuadro 4.12: Efecto principal Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción para Altura de planta (cm.). Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Momentos de aplicación	Extractos húmicos		Efecto principal momentos de aplicación
	Humix Gen 25 (E1)	Humi Plus 24 (E2)	
Emergencia del cultivo (M <sub>1</sub> )	85.17 a A	82.07 a A	83.62 a
Botoneo floral (M <sub>2</sub> )	84.37 a A	81.03 ab A	82.70 a
Inicio form. Vainas (M <sub>3</sub> )	77.67 b A	77.78 b A	77.72 bc
Sin aplicación (M <sub>4</sub> )	78.69 ab A	70.60 c B	74.67 c
Efecto principal extractos húmicos)	81.47 A	77.88 B	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes

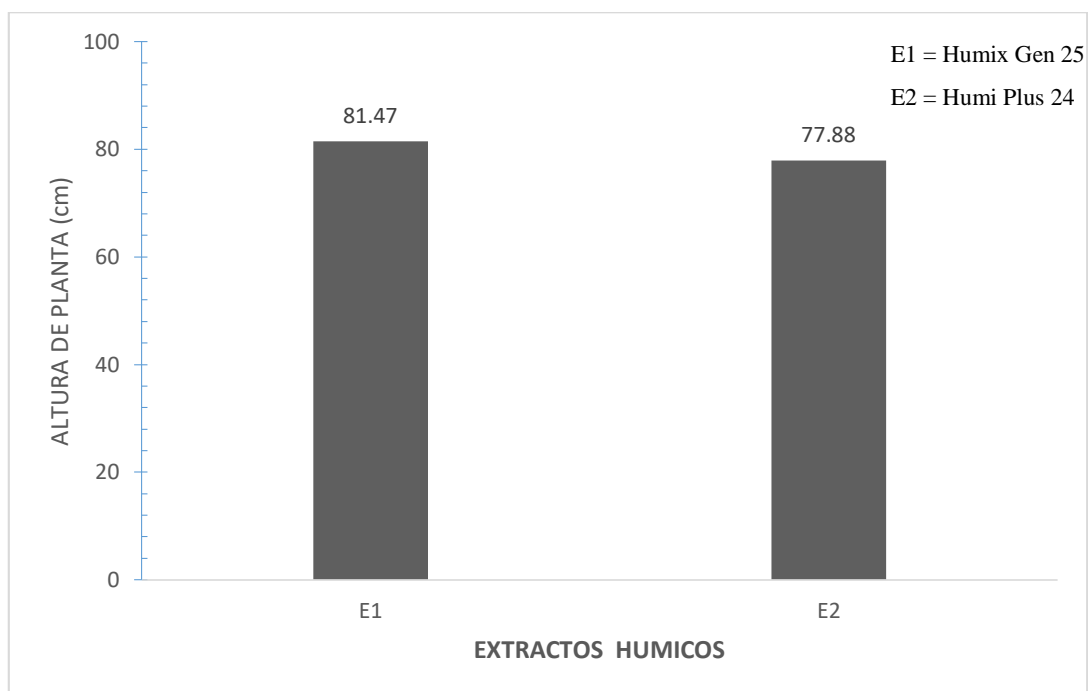


Figura 4.13 Efecto principal Extractos húmicos sobre la Altura de planta (cm.)

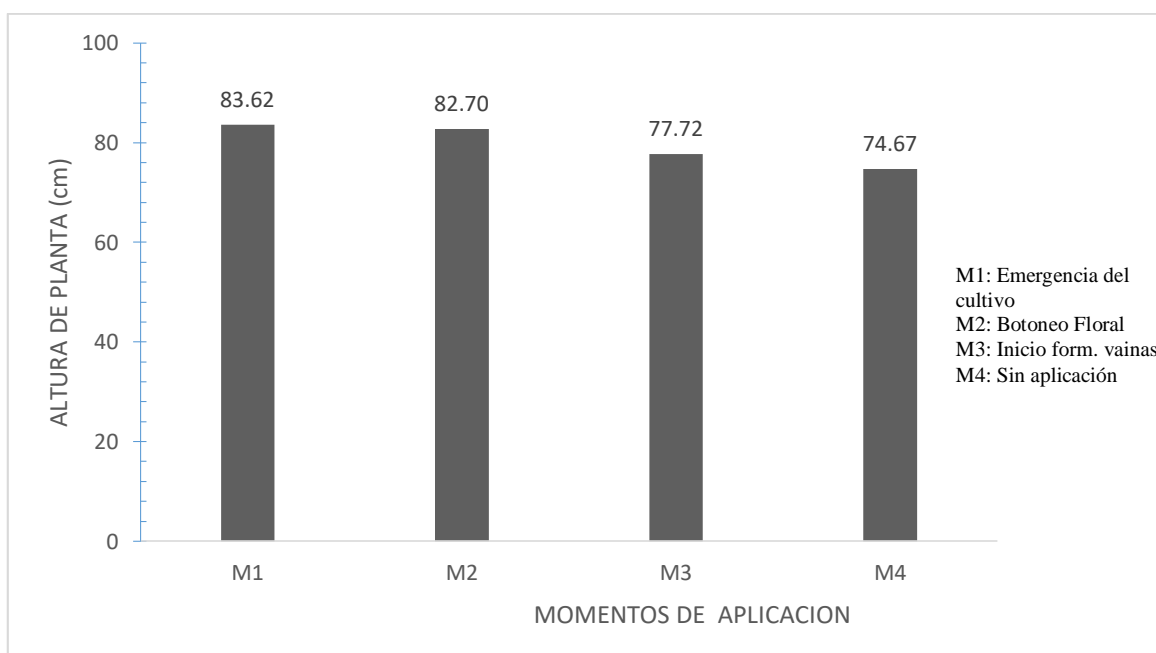


Figura 4.14 Efecto principal Extractos húmicos sobre la Altura de planta (cm.)

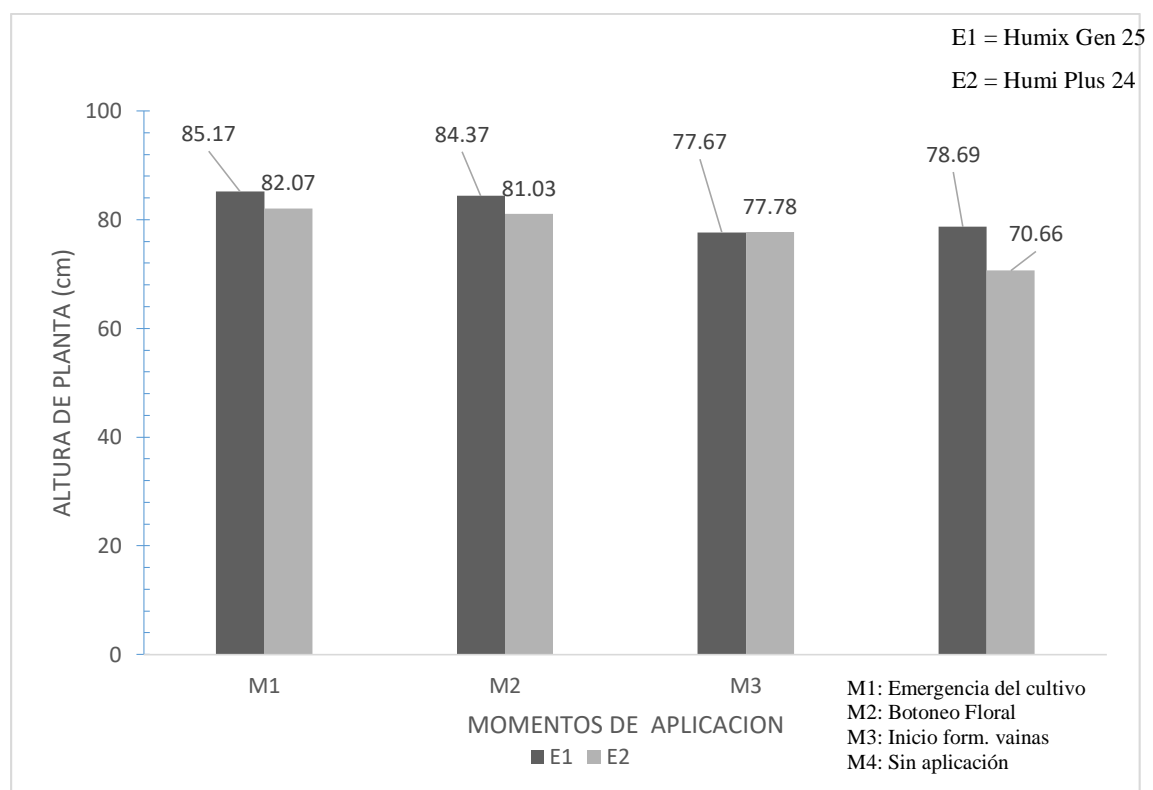


Figura 4.15 Efecto de las interacciones sobre la Altura de planta (cm.)

#### **4.8 ÁREA FOLIAR POR PLANTA (dm<sup>2</sup>.)**

Visto el análisis de varianza, Cuadro 4.13, se observa una alta significación estadística para el factor Extractos húmicos, significación estadística par el factor Momentos de aplicación. No se reporta significación estadística para la interacción.

Se anotan coeficientes de variabilidad de 2.42% y 8.14% para subparcela respectivamente.

##### **EFFECTO PRINCIPAL EXTRACTOS HUMICOS**

La prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.14, nos permite apreciar un comportamiento estadístico diferente entre los extractos húmicos evaluados y en donde el extracto Humix Gen 25 con una área foliar de 29.01 dm<sup>2</sup> supero numéricamente al extracto Humi Plus 24 que reporta 26.50 dm<sup>2</sup>. Ver Figura 4.16

Los resultados obtenidos en la presente característica nos conlleva compatibilizar el criterio de que los ácidos húmicos pertenecen al grupo de sustancias húmicas, incrementan la permeabilidad de la membrana, favoreciendo la asimilación radical y las aplicaciones foliares de nutrimentos, conllevando a una mayor área foliar de las plantas. Favorece la translocación de macro y micronutrientes dentro de la planta lográndose un mejor aprovechamiento de los mismos, participan en la fotosíntesis ayudando a estimular la producción de clorofila. Los ácidos húmicos también tienen importancia en la producción de iones minerales y son reconocidos por su habilidad de hacer a las vitaminas y minerales, absorbibles para las plantas (Intagri lo cual ha permitido lograr con su aplicación rendimientos satisfactorios.

##### **EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN**

Se observa según la prueba de Duncan, que el momento de aplicación Emergencia del cultivo con una área foliar por planta de 29.71 dm<sup>2</sup>. superó numéricamente a los demás niveles evaluados, pero estadísticamente presenta un comportamiento estadístico similar al momento de aplicación Botoneo floral pero diferente a los demás. La menor área foliar



la reporta el momento de aplicación Inicio de formación de vainas con un promedio igual a 26.24 dm<sup>2</sup>. Observar Figura 4.17

#### EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

Se visualiza en el Cuadro 4.14 de la prueba de Duncan que las comparaciones horizontales entre los diferentes momentos de aplicación y los extractos húmicos evaluados muestran un comportamiento estadístico similar.

Para las comparaciones verticales, apreciamos que el extracto húmico Humix Gen 25 en interacción con el momento de aplicación Emergencia del cultivo estadísticamente muestra un comportamiento similar con las interacciones para con Botoneo floral y Sin aplicación difiriendo con el momento de aplicación Inicio de formación de vainas. El promedio destacable para la presente característica lo reporta la interacción Humix Gen 25 con el momento Emergencia del cultivo con un valor de 31.62 dm<sup>2</sup>. Apreciar Figura 4.18

Cuadro 4.13 Análisis de varianza para Área foliar por planta (dm<sup>2</sup>)

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
Bloques	3	8.781	2.927	6.37	
Extractos húmicos (e)	1	50.300	50.300	109.39	**
Error (a)	3	1.379	0.460		
Momentos de aplic. (m)	3	54.596	18.199	3.50	*
Interacción E x M	3	9.817	3.272	0.63	NO
Error (b)	18	93.555	5.197		
Total	31	218.428			

CV1: 2.42% y CV2: 8.14%

Cuadro 4.14: Efecto principal Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción para Área foliar por planta (dm<sup>2</sup>). Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Momentos de aplicación	Extractos húmicos		Efecto principal momentos de aplicación
	Humix Gen 25 (E1)	Humi Plus 24 (E2)	
Emergencia del cultivo (M <sub>1</sub> )	31.62 a A	27.80 a A	29.71 a
Botoneo floral (M <sub>2</sub> )	28.89 ab A	27.31 a A	28.10 ab
Inicio form. Vainas (M <sub>3</sub> )	26.87 b A	25.62 a A	26.24 b
Sin aplicación (M <sub>4</sub> )	28.67 ab A	25.29 a A	26.98 b
Efecto principal extractos húmicos	29.01 A	26.50 B	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes

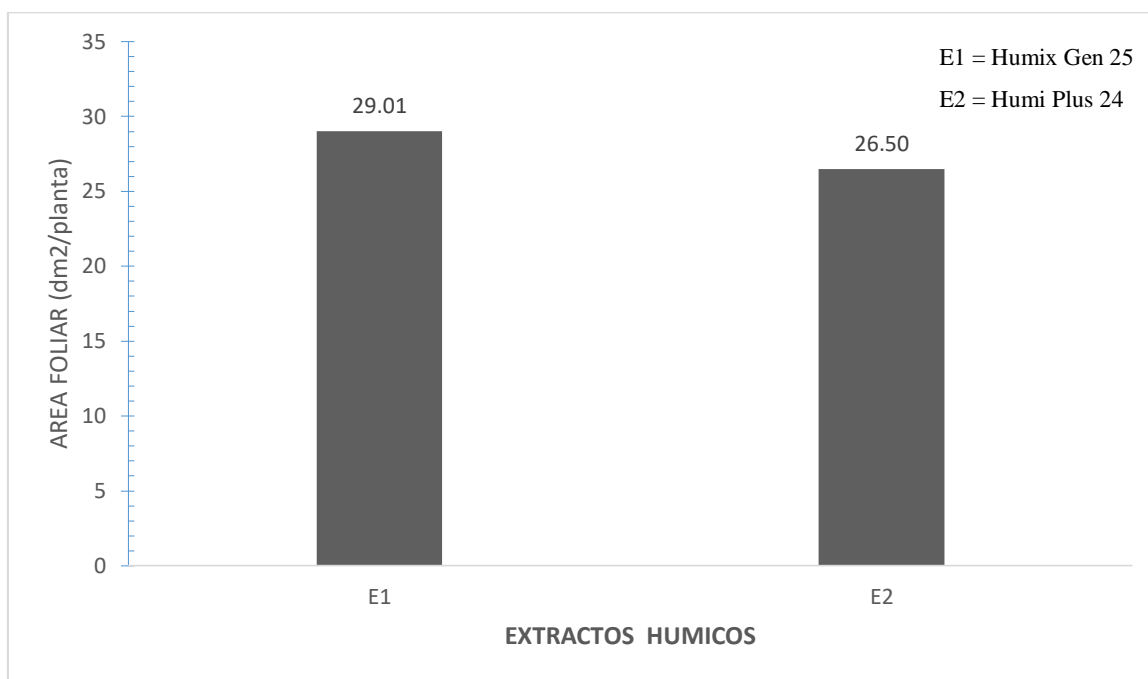


Figura 4.16 Efecto principal Extractos húmicos sobre Área foliar por planta (dm².)

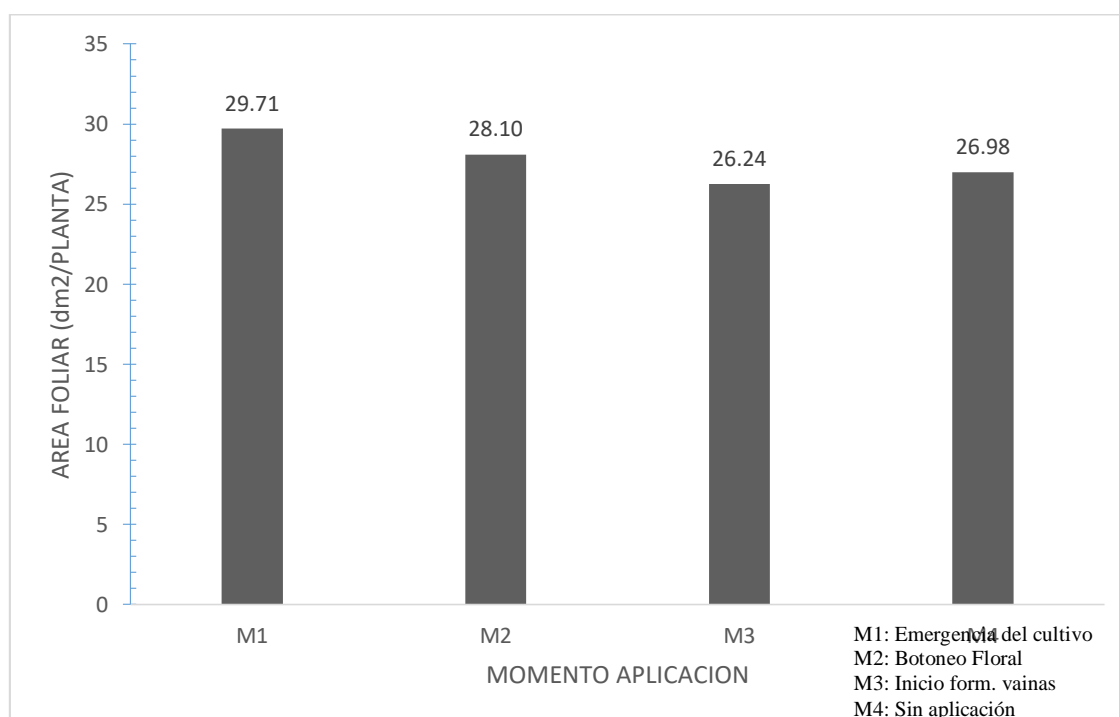


Figura 4.17 Efecto principal Momentos de aplicación sobre Área foliar por planta (dm².)

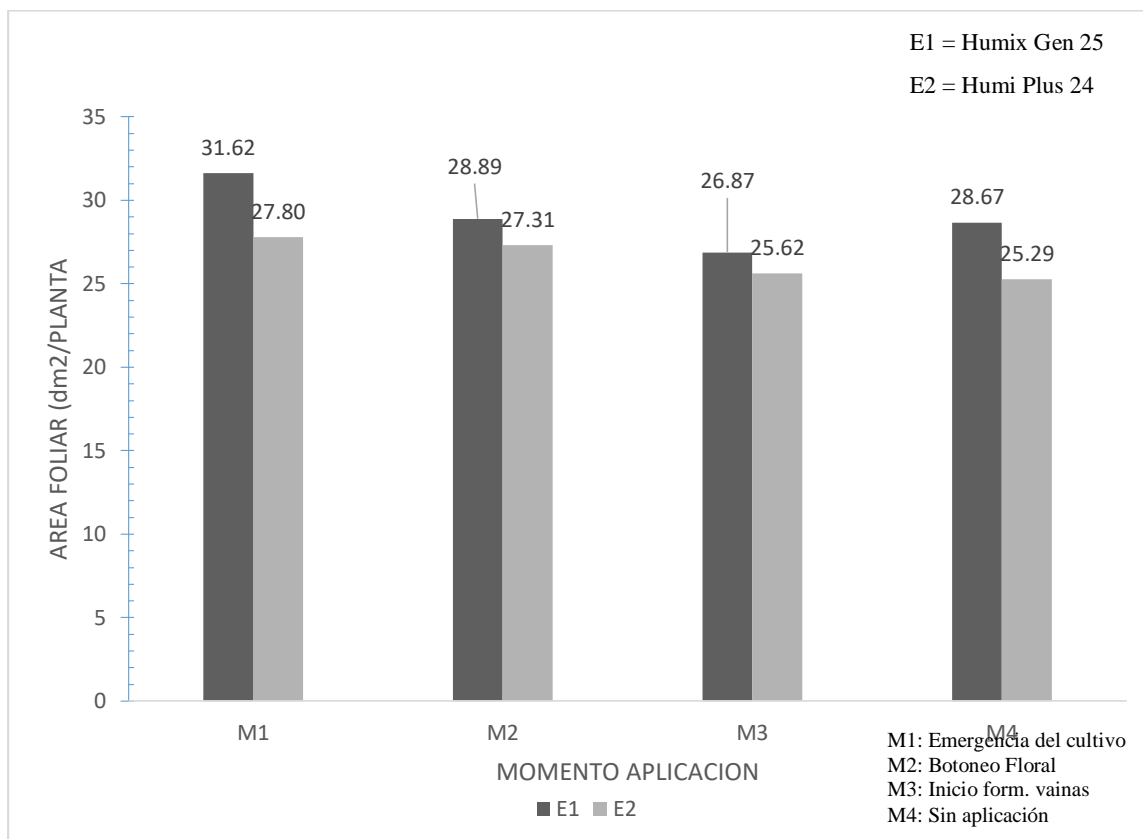


Figura 4.18 Efecto de las interacciones sobre Área foliar por planta (dm<sup>2</sup>.)

#### 4.9 NÚMERO DE NODULOS POR PLANTA

El correspondiente Cuadro del análisis de varianza, Cuadro 4.15, nos permite establecer que los factores en estudio y la interacción respectiva no presentan significación estadística alguna.

Se cuantifican coeficientes de variabilidad con valores de 24.59% y 31.26 % para parcela y subparcela, respectivamente.

##### EFFECTO PRINCIPAL EXTRACTOS HUMICOS

Según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.16, observamos un comportamiento estadístico similar entre los extractos húmicos evaluados, notándose que el mayor número de nódulos por planta lo reporta el extracto Humi Plus 24 con un valor promedio de 27.13 nódulos. Ver Figura 4.19

##### EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN

Según los valores que se analizan, Cuadro 4.16, se establece un comportamiento estadístico similar entre los diferentes momentos de aplicación evaluados y en donde el mayor valor promedio lo reporta el momento Botoneo floral con 30.50 nódulos por planta y el menor los niveles Inicio de formación de vainas y Sin aplicación con 24.63 nódulos. Obsérvese Figura 4.20

##### EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

El Cuadro respectivo de la prueba de Duncan, nos muestra un comportamiento estadístico similar entre las diferentes interacciones efectuadas con los factores en estudio, apreciándose que el mayor número de nódulos por planta lo indica la interacción Humix Gen 25 con Botoneo floral al presentar un valor promedio de 31.00 nódulos por planta. Ver Figura 4.21

Cabe mencionar que para la evaluación de la presente característica es conveniente establecer la influencia que ejerce el tipo de suelo, la presencia de bacterias nativas, el grado de humedad, el tipo de fertilización empleado y el manejo del cultivo entre otros aspectos que marcan incidencia en la presencia y distribución de los nódulos en las plantas de las leguminosas.

Cuadro 4.15 Análisis de varianza para Número de nódulos por planta

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
Bloques	3	208.625	69.542	1.52	
Extractos húmicos (E)	1	3.125	3.125	0.07	NO
Error (a)	3	137.625	45.875		
Momentos de aplic. (M)	3	189.125	63.042	0.85	NO
Interacción E x M	3	246.125	82.042	1.11	NO
Error (b)	18	1334.250	74.125		
Total	31	2118.875			

CV1: 24.59% y CV2: 31.26%

Cuadro 4.16: Efecto principal Extractos húmicos, Momentos de aplicación e interacción para Numero de nódulos por planta Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Momentos de aplicación	Extractos húmicos		Efecto principal momentos de aplicación
	Humix Gen 25 (E1)	Humi Plus 24 ( E2)	
Emergencia del cultivo (M <sub>1</sub> )	24.50 a A	30.50 a A	27.50 a
Botoneo floral (M <sub>2</sub> )	31.00 a A	30.00 a A	30.50 a
Inicio form. Vainas (M <sub>3</sub> )	28.50 a A	20.75 a A	24.63 a
Sin aplicación (M4)	22.00 a A	27.25 a A	24.63 a
Efecto principal extractos húmicos	26.50 A	27.13 A	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes

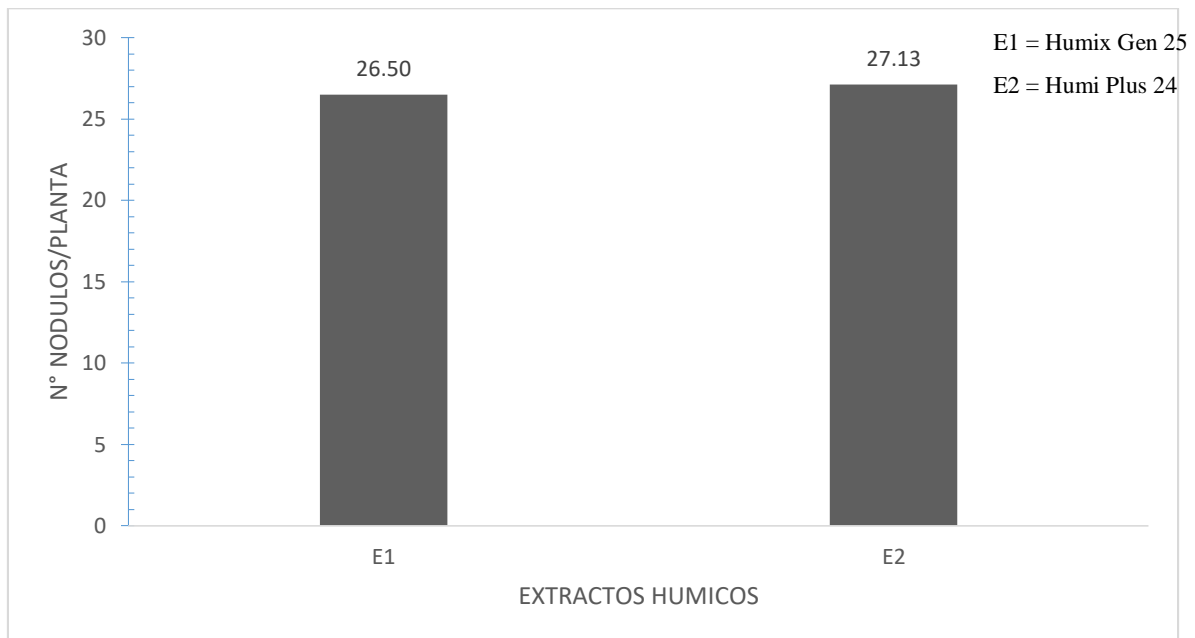


Figura 4.19 Efecto principal Extractos húmicos sobre Numero de Nódulos por planta

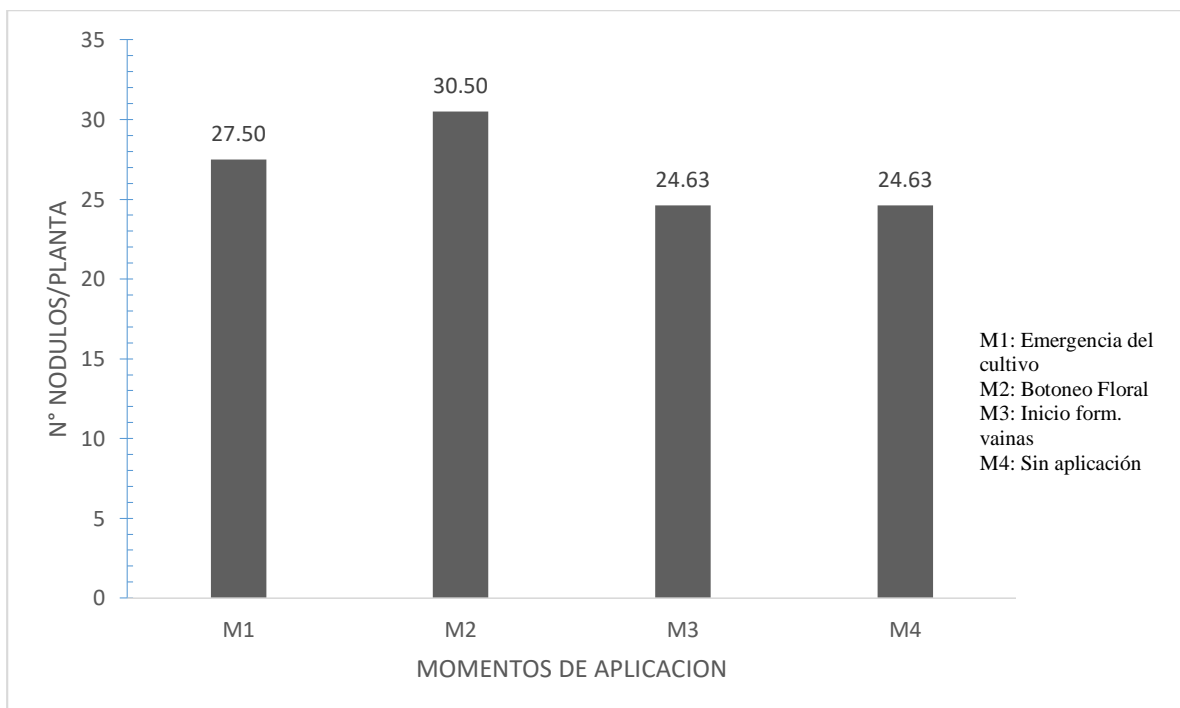


Figura 4.20 Efecto principal Momentos de aplicacion sobre Numero de Nódulos por planta

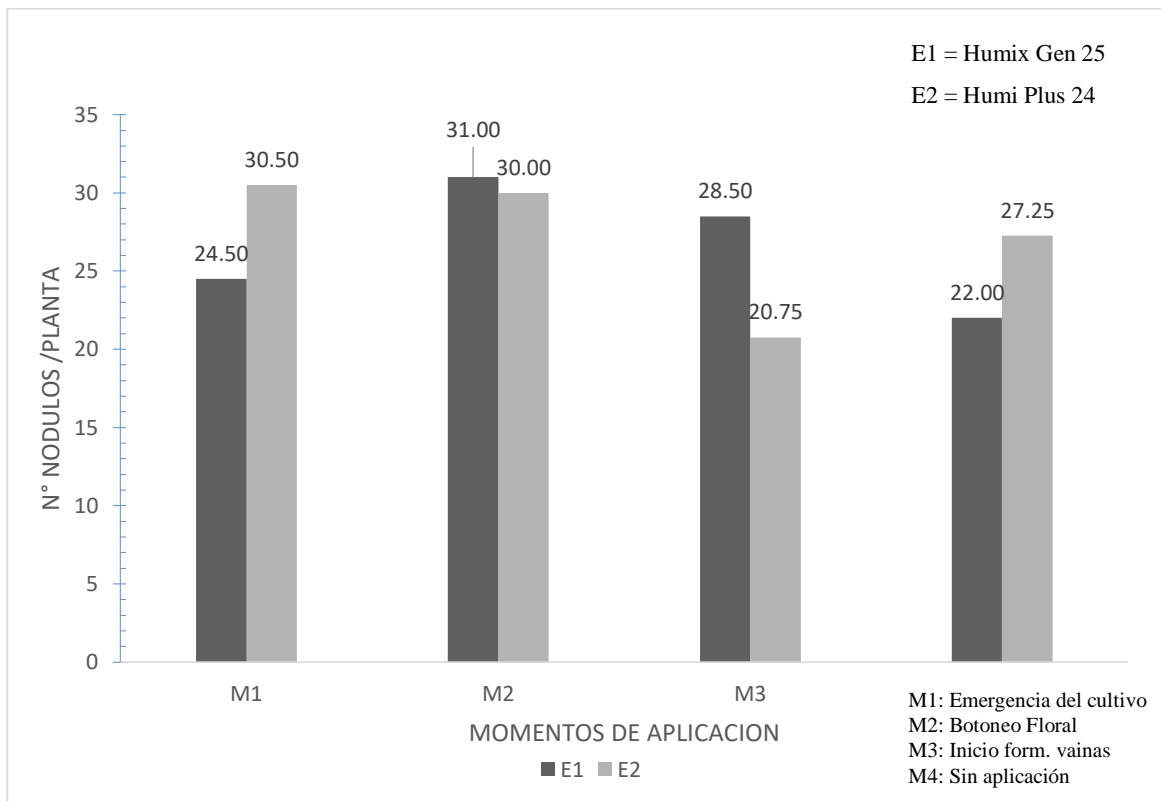


Figura 4.21 Efecto de las interacciones sobre Numero de Nódulos por planta



#### **4.10 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Según el Cuadro 4.18, se puede establecer que la mejor relación beneficio costo la reporta la interacción Humix Gen 25 x Botoneo floral al obtener un valor de 0.52 es decir que por cada sol invertido se gana 0.52 soles.

En orden de importancia económica destaca la interacción Humix Gen 25 x Inicio de formación de vainas al obtener una relación de 0.31

Cuadro 4.17: Análisis Económico

TRATAMIENTOS		Rdto. grano (Kg./ha.)	V.B.P. (S/. ha.)	Costo		Relación B/C
				Produc. (S/. ha.)	Beneficio (S/. / ha.)	
1. Humix Gen 25	x Emergencia del cultivo (E <sub>1</sub> M <sub>1</sub> )	1929.69	4438.28	3434.00	1004.28	0.29
2. Humix Gen 25	x Botoneo floral (E <sub>1</sub> M <sub>2</sub> )	2406.25	5534.37	3634.50	1899.87	0.52
3. Humix Gen 25	x In. formación de vainas (E <sub>1</sub> M <sub>3</sub> )	2096.35	4821.60	3665.30	1156.30	0.31
4. Humix Gen 25	x Sin aplicación (E <sub>1</sub> M <sub>4</sub> )	1583.33	3641.65	3288.00	353.65	0.10
5. Humi Plus 24	x Emergencia del cultivo (E <sub>2</sub> M <sub>1</sub> )	1747.40	4019.02	3432.00	587.02	0.17
6. Humi Plus 24	x Botoneo floral (E <sub>2</sub> M <sub>2</sub> )	1940.10	4462.23	3623.00	839.23	0.23
7. Humi Plus 24	x In. formación de vainas (E <sub>2</sub> M <sub>3</sub> )	1830.73	4210.67	3652.10	558.57	0.15
8. Humi Plus 24	x Sin aplicación (E <sub>2</sub> M <sub>4</sub> )	1778.65	4090.89	3288.00	802.00	0.24

Precio de frijol loctao (chacra) : S/. 2.30 soles

Precio de Humix Gen 25: S/. 28.00

Precio Humi Plus 24: S/. 26.00

Cuadro 4.18: Costo de producción por hectárea

RUBRO	UNIDAD	N° UNIDAD	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
<b>A. GASTOS DIRECTOS</b>				
<b>1. PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				
- Limpieza del campo	Jornal	2	35.00	70.00
- Aradura en seco	Hora/máq.	2	120.00	240.00
- Riego de machaco	Jornal	2	35.00	70.00
- Gradeo	Hora/máq.	2	120.00	240.00
- Surcadura	Hora/máq.	1	100.00	100.00
- Parcelación del campo	Jornal	2	35.00	70.00
				<u>S/. 790.00</u>
<b>2. LABORES CULTURALES</b>				
- Siembra	Jornal	8	35.00	280.00
- Deshierbos manuales (03)	Jornal	6	35.00	210.00
- Cultivo	Tracc.Ani.	2	50.00	100.00
- Aplic. de fertilizante	Jornal	4	35.00	140.00
- Riegos (4)	Jornal	8	35.00	280.00
- Control fitosanitario (2)	Jornal	4	35.00	140.00
- Cosecha manual	Jornal	8	35.00	280.00
				<u>S/. 1,430.00</u>
<b>3. INSUMOS</b>				
- Semilla	Kilos	10	10.00	100.00
- Fertilizante Superfosfato	kilos	50		160.00
			-	
				<u>S/. 260.00</u>
<b>II. GASTOS INDIRECTOS</b>				
- Análisis de suelo	Muestra	1	60.00	60.00
- Movilidad				500.00
- Imprevistos(10% G.D.)			-	248.00
				<u>S/. 808.00</u>
<b>TOTAL GENERAL:</b>				<u><u>S/. 3,288.00</u></u>

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Teniendo en consideración las condiciones experimentales y agroclimáticas bajo las cuales se desarrolló el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

1. El extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol loctao fue el Humix Gen 25, que permitió lograr una producción de 2003.91 kg/ha.
2. El momento de aplicación de extracto húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao fue el del Botoneo floral con el que se logró 2173.18 kg/ha.
3. La interacción de los factores en estudio manifestaron efecto significativo sobre las características morfoproductivas de: rendimiento de grano, número de vainas por planta, peso de 100 granos, altura de planta y área foliar por planta.
4. La interacción de mejor relación beneficio costo fue: Humix Gen 25 x Botoneo floral al obtener un valor de 0.52 es decir que por cada sol invertido se gana 0.52 soles.

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

Bajo condiciones similares a las del presente trabajo de investigación, y según los resultados obtenidos, se recomienda:

1. En siembras de frijol loctao emplear con fines de nutrición foliar el extracto húmico Humix Gen 25 y aplicarlo al momento de Botoneo floral.
2. Efectuar trabajos de investigación que permitan evaluar el efecto de otros extractos húmicos
3. Efectuar trabajos de investigación similares con otros momentos de aplicación.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abdel-Mawgoud AMR, El-Greadly NHM, Helmy YI, Singer SM. (2007). Responses of tomato plants to different rates of humic-based fertilizer and NPK fertilization. JApplSci Res 2007;3(2):169 -74
2. Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). 2012. Mung bean. Asian Vegetable Research and Development Center - The World Vegetation Center. Disponible en: [http://www.avrdc.org/index.php?id=416&no\\_cache=1&sword\\_list\[\]=bean](http://www.avrdc.org/index.php?id=416&no_cache=1&sword_list[]=bean)
3. Avendaño, A. K. A. (2005). Sustancias húmicas: origen e impacto ambiental. Universidad Autónoma de Coahuila. CienciAcierta. Revista de divulgación científica. Recuperado de: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/24/sustancias-humicas-origen-e-impacto-ambiental/>
4. Ayón, F., Veliz, D. y Gabriel, J. (2017). El Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) y su respuesta a la aplicación de ácidos húmicos (AH's) en el Cantón Jipijapa en Ecuador, Artículo de investigación. Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia. Recuperado de : [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v5n1/v5n1\\_a02.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v5n1/v5n1_a02.pdf)
5. Bravo, C. C. M. y Tealdi, J. (2015) Análisis de la incorporación de cultivos especiales en esquemas de rotación de productores en el norte de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba – Argentina. Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos.
6. Casco, C. A. e Iglesias, M. C. (2005). Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricomposto. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Recuperado de: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-063.pdf>

7. Crespo, A. J. L. (2004). "Comparativo de formulaciones de ácidos húmicos a diferentes dosis sobre el rendimiento de Frijol Loctao (Phaseolusaureus Roxb). Valle del Medio Piura". Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Piura-Perú.
8. Cubero, J.L. y Moreno, M.T. (1984). Leguminosas de Grano. Ediciones MUNDI – PRENSA. Madrid, España. 339p.
9. Culquicondor, S.L.E. (2007). "Comparativo de ácidos húmicos aplicados en diferentes momentos del desarrollo del cultivo de frijol loctao (Phaseolusaureas Roxb). Tesis Ing. Agronomo. Universidad Nacional de Piura – Perú.
10. Fertilab (s.f.) Funciones de las Sustancias Húmicas en las Plantas Los Ácidos Fúlvicos. Recuperado de: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/191-Funciones-de-las-Sustancias-Humicas-Acidos-Fulvicos.pdf>
11. Ghorbani S, Khazaei HR, Kafi M, BanayanAval M.(2010). The effect of adding humic acid toirrigation water on yield and yield components of corn. J AgricEcol 2010; 2:123 - 31
12. González, E. 1988. Efecto de distancias de siembra sobre el rendimiento y sus componentes asociados en el frijol mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Tesina de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. Disponible en: <http://www.eeaoc.org.ar/mobile/av35-2/v35n2a08.html>.
13. Gómez, S. M. I., Castro, F. H. E. (2010). Manejo de la fertilización foliar y bioestimulantes. Recuperado de <http://archivo.infojardin.com/tema/manejo-de-la-fertilizacion-foliar-y-bioestimulantes.179040/>
14. Guggenberger, G. (2005). Humification and mineralization in soils. In Microorganisms in soils: Roles in Genesis and Functions (pp. 85-106). Springer Berlin Heidelberg. Recuperado de: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/24/sustancias-humicas-origen-e-impacto-ambiental/>

15. Haghighi S, Saki -Nejad T, Lack SH.(2011). Evaluation of changes the qualitative & quantitative yield of horse bean (*Vicia faba* L.) plants in the levels of humic acid fertilizer. Life Sci J 2011; 8(3):583-8
16. Intagri (S.f.). Bioestimulantes en Nutrición, Fisiología y Estrés Vegetal. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal>
17. Itagro S.A. (2005). Ácidos húmicos para la agricultura moderna. Biotécnico s/n. Lima – Perú.
18. Lovley, D. R., Coates, J. D., Blunt-Harris, E. L., Phillips, E. J., & Woodward, J. C. (1996). Humic substances as electron acceptors for microbial respiration. Nature, 382(6590), 445-448. Recuperado de: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/24/sustancias-humicas-origen-e-impacto-ambiental/>
19. Mechato, P. J. A. (2002). “Comparativo de dos variedades de frijol Loctao (*Phaseolusaureus* Roxb) a diferentes dosis de ácidos húmicos orgánicos”. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Piura.- Perú
20. Ministerio de Agricultura y Riego (2016). Leguminosas de Grano. Cultivares y Clases Comerciales del Perú. Recuperado de : <http://www.usdrybeans.com/nutrition/guidelines/>
21. Motaghi S, Nejad TS. (2014). The effect of different levels of humic acid and potassium fertilizer on physiological indices of growth. Int J Biosci 2014; 5(2): 99 -105
22. Oplinger, LL Hardman, AR Kaminski, SM Peines, y JD Muñeca, 1997. Alternative Field Crops Manual, FrijolMungo. Recuperado de: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/mungbean.html>. Jayne Gentry, 2010.Mungbean management guide.



23. Peña-Méndez, E. M., Havel, J., & Patočka, J. (2005). Humic substances—compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *J. Appl. Biomed*, 3(1), 13-24. Recuperado de:  
<http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/24/sustancias-humicas-origen-e-impacto-ambiental/>
24. Quispe, G. E. (2016) “Respuesta del frijol Loctao (*Phaseolusaureus* Roxb) a la aplicación foliar de diferentes tipos de extractos húmicos en el Valle del Medio Piura”. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura – Perú.
25. Rodríguez, N. F. (s.f). Sustancias Húmicas: Origen, caracterización y uso en la agricultura.  
IntagriS.C..Nutrición Vegetal. Recuperado de:  
<http://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/acidos-humicos-fulvicos-nutricion-vegetal> -.
26. Ruiz, R. J. (2004). “Comparativo de dos formulaciones de ácidos húmicos a diferentes dosis sobre el rendimiento del frijol loctao (*Phaseolusaureas* Roxb)”. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Perú
27. Singh, S., R. Singh y S. Singh. 1994. Yield and yield atributes of greengram (*Phaseolus radiatus*) in response to sulphur level. *IndianJournal of AgriculturalScience* 4 (6): 390-391
28. Sistema Integrado de Estadística Agraria • SIEA • (2016). Boletín Estadístico Agrario. MINAGRI. Autoridad Estadística Agraria Nacional: Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas – DGESEP.
29. Sutton, R., & Sposito, G. (2005). Molecular structure in soil humic substances: the new view. *EnvironmentalScience&Technology*, 39(23), 9009-9015. Recuperado de:  
<http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/24/sustancias-humicas-origen-e-impacto-ambiental/>

30. Zhou, S., Chen, S., Yuan, Y., & Lu, Q. (2015). Influence of Humic Acid Complexation with

Metal Ions on Extracellular Electron Transfer Activity. *Scientific reports*, 5.

Recuperado de: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/24/sustancias-humicas-origen-e-impacto-ambiental/>

# ANEXOS

CUADRO 8.1 RESUMEN DE LOS CUADRADOS MEDIOS Y NIVELES DE SIGNIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTUDIADAS DURANTE EL EXPERIMENTO

F.V	GL	Rdto de grano		N° vainas/pta		N° granos/vaina		Peso 100 semillas		Altura planta	
		CM	Sign.	CM	Sign.	CM	Sign.	CM	Sign.	CM	Sign.
Bloques	3	0.017		6.542		2.458		0.181		9.173	
Extractos húmicos (E)	1	0.238	**	12.500	NO	6.125	*	2.886	NO	3.361	NO.
Error (a)	3	0.012		6.583		6.125		1.028		3.244	
Momento de aplicación (M)	3	0.319	**	255.708	**	0.354	NO	2235.134	**	23.716	NO
Interacción E x M	3	0.141	**	2.583	NO.	0.125	NO.	0.579	NO	11.707	NO.
Error (b)	18	0.016		15.896		0.125		0.934		10.671	
Total	31										
CV (a)		5.83%		5.18%		6.76%		3.76%		4.25%	
CV (b)		6.68%		6.24%		7.09%		4.95%		4.39%	

CUADRO 8.1ª. RESUMEN DE LOS CUADRADOS MEDIOS Y NIVELES DE SIGNIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTUDIADAS DURANTE EL EXPERIMENTO (Continuación)

F.V	GL	Área foliar/planta		Nº nódulos/planta			
		CM	Sign.	CM	Sign.		
Bloques	3	12.900		81.448			
Variedad de frijol Caupí (V)	1	11.568	NO	371.281	NO		.
Error (a)	3	3.528		117.115			
Fase reproductiva de despunte (F)	3	22.029	NO.	19.865	NO		
Interacción VxF	3	1.390	NO	59.865	NO.		
Error (b)	18	13.423		84.976			
Total	31						
CV (a)		2.42%		24.59%			
CV (b)		8.14%		31.26%			

**Cuadro 8.2: Rendimiento de grano (Kg/área cosechable) 6 x 1.60 = 9.60 m<sup>2</sup>**

BLOQUES	E1				PARCELA	E2				PARCELA	TOTAL
	M1	M2	M3	M4		M1	M2	M3	M4		
I	1.85	2.14	1.94	1.70	7.63	1.70	1.90	1.84	1.62	7.06	14.69
II	1.96	2.30	2.10	1.52	7.88	1.81	1.84	1.72	1.54	6.91	14.79
III	1.78	2.46	2.13	1.64	8.01	1.64	1.79	1.78	1.88	7.09	15.10
IV	1.82	2.34	1.88	1.22	7.26	1.56	1.92	1.69	1.79	6.96	14.22
Σ ExM	7.41	9.24	8.05	6.08	30.78	6.71	7.45	7.03	6.83	28.02	58.80
PROM	1.85	2.31	2.01	1.52	2.06	1.68	1.86	1.76	1.71	1.77	1.91
Σ E	E1	30.78				E2	28.02				
PROM		1.92					1.75				
Σ M	M1	14.12	M2		16.69	M3	15.08	M4		12.91	
PROM		1.77			2.09		1.89			1.61	

**Cuadro 8.3 Rendimiento de grano (Kg/Ha)**

BLOQUES	E1				PARCELA	E2				PARCELA	TOTAL
	M1	M2	M3	M4		M1	M2	M3	M4		
I	1,927.08	2,229.17	2,020.83	1,770.83	7947.92	1,770.83	1,979.17	1,916.67	1,687.50	7354.17	15302.08
II	2,041.67	2,395.83	2,187.50	1,583.33	8208.33	1,885.42	1,916.67	1,791.67	1,604.17	7197.92	15406.25
III	1,854.17	2,562.50	2,218.75	1,708.33	8343.75	1,708.33	1,864.58	1,854.17	1,958.33	7385.42	15729.17
IV	1,895.83	2,437.50	1,958.33	1,270.83	7562.50	1,625.00	2,000.00	1,760.42	1,864.58	7250.00	14812.50
Σ ExM	7718.75	9625.00	8385.42	6333.33	32062.50	6989.58	7760.42	7322.92	7114.58	29187.50	61250.00
PROM	1929.69	2406.25	2096.35	1583.33	2144.10	1747.40	1940.10	1830.73	1778.65	1839.41	1991.75
Σ E	V1	32062.50				V2	29187.50				
PROM		2003.91					1824.22				
Σ M	F1	14708.33	F2		17385.42	F3	15708.33	F4		13447.92	
PROM		1838.54			2173.18		1963.54			1,680.99	

**Cuadro 8.4 Número de vainas por planta**

<b>BLOQUES</b>	<b>E1</b>				<b>PARCELA</b>	<b>E2</b>				<b>PARCELA</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>		<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>		
<b>I</b>	64.00	78.00	72.00	62.00	276.00	60.00	68.00	64.00	58.00	250.00	526.00
<b>II</b>	58.00	74.00	68.00	54.00	254.00	56.00	66.00	66.00	60.00	248.00	502.00
<b>III</b>	62.00	82.00	64.00	60.00	268.00	52.00	64.00	72.00	56.00	244.00	512.00
<b>IV</b>	66.00	76.00	66.00	64.00	272.00	64.00	70.00	58.00	54.00	246.00	518.00
<b>Σ ExM</b>	250.00	310.00	270.00	240.00	1070.00	232.00	268.00	260.00	228.00	988.00	2058.00
<b>PROM</b>	62.50	77.50	67.50	60.00	69.17	58.00	67.00	65.00	57.00	63.33	66.25
<b>Σ E</b>	V1	1070.00				V2	988.00				
<b>PROM</b>		66.88					61.75				
<b>Σ M</b>	F1	482.00	F2		578.00	F3	530.00	F4		468.00	
<b>PROM</b>		60.25			72.25		66.25			58.50	



**Cuadro 8.5 Número de granos por vaina**

<b>BLOQUES</b>	<b>E1</b>				<b>PARCELA</b>	<b>E2</b>				<b>PARCELA</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>		<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>		
<b>I</b>	14.00	16.00	14.00	12.00	56.00	12.00	14.00	12.00	12.00	50.00	106.00
<b>II</b>	12.00	14.00	14.00	12.00	52.00	12.00	12.00	12.00	12.00	48.00	100.00
<b>III</b>	14.00	16.00	12.00	14.00	56.00	14.00	14.00	14.00	12.00	54.00	110.00
<b>IV</b>	12.00	16.00	14.00	12.00	54.00	12.00	14.00	14.00	14.00	54.00	108.00
<b>Σ ExM</b>	52.00	62.00	54.00	50.00	218.00	50.00	54.00	52.00	50.00	206.00	424.00
<b>PROM</b>	13.00	15.50	13.50	12.50	14.00	12.50	13.50	13.00	12.50	13.00	13.50
<b>Σ E</b>	V1	218.00				V2	206.00				
<b>PROM</b>		13.63					12.88				
<b>Σ M</b>	F1	102.00	F2		116.00	F3	106.00	F4		100.00	
<b>PROM</b>		12.75			14.50		13.25			12.50	

**Cuadro 8.6 Peso de 100 granos (g)**

<b>BLOQUES</b>	<b>E1</b>				PARCELA	<b>E2</b>				PARCELA	TOTAL
	M1	M2	M3	M4		M1	M2	M3	M4		
I	5.23	6.28	5.49	4.92	21.92	4.60	5.36	5.10	4.60	19.66	41.58
II	5.10	5.94	6.10	5.10	22.24	4.72	5.51	5.14	5.10	20.47	42.71
III	4.82	6.50	5.32	4.72	21.36	5.15	5.24	4.96	4.83	20.18	41.54
IV	5.20	5.82	5.12	5.15	21.29	4.82	5.48	5.36	4.61	20.27	41.56
<b>Σ ExM</b>	20.35	24.54	22.03	19.89	86.81	19.29	21.59	20.56	19.14	80.58	167.39
<b>PROM</b>	5.09	6.14	5.51	4.97	5.58	4.82	5.40	5.14	4.79	5.12	5.35
<b>Σ E</b>	V1	86.81				V2	80.58				
<b>PROM</b>		5.43					5.04				
<b>Σ M</b>	F1	39.64	F2		46.13		F3	42.59	F4	39.03	
<b>PROM</b>		4.96			5.77			5.32		4.88	

**Cuadro 8.7 Altura de planta (cm)**

<b>BLOQUES</b>	<b>E1</b>				<b>PARCELA</b>	<b>E2</b>				<b>PARCELA</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>		<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>		
<b>I</b>	88.10	86.42	84.10	79.22	337.84	86.14	84.13	80.16	78.10	328.53	666.37
<b>II</b>	86.24	84.00	78.24	78.10	326.58	82.24	80.70	72.14	64.22	299.30	625.88
<b>III</b>	87.25	78.26	76.18	81.14	322.83	80.72	81.14	76.70	68.16	306.72	629.55
<b>IV</b>	79.10	88.79	72.14	76.28	316.31	79.16	78.14	82.10	72.14	311.54	627.85
<b>Σ ExM</b>	340.69	337.47	310.66	314.74	1303.56	328.26	324.11	311.10	282.62	1246.09	2549.65
<b>PROM</b>	85.17	84.37	77.67	78.69	82.40	82.07	81.03	77.78	70.66	80.29	81.35
<b>Σ E</b>	<b>V1</b>	1303.56				<b>V2</b>	1246.09				
<b>PROM</b>		81.47					77.88				
<b>Σ M</b>	<b>F1</b>	<b>668.95</b>	<b>F2</b>		<b>661.58</b>	<b>F3</b>	<b>621.76</b>	<b>F4</b>		597.36	
<b>PROM</b>		83.62			82.70		77.72			74.67	

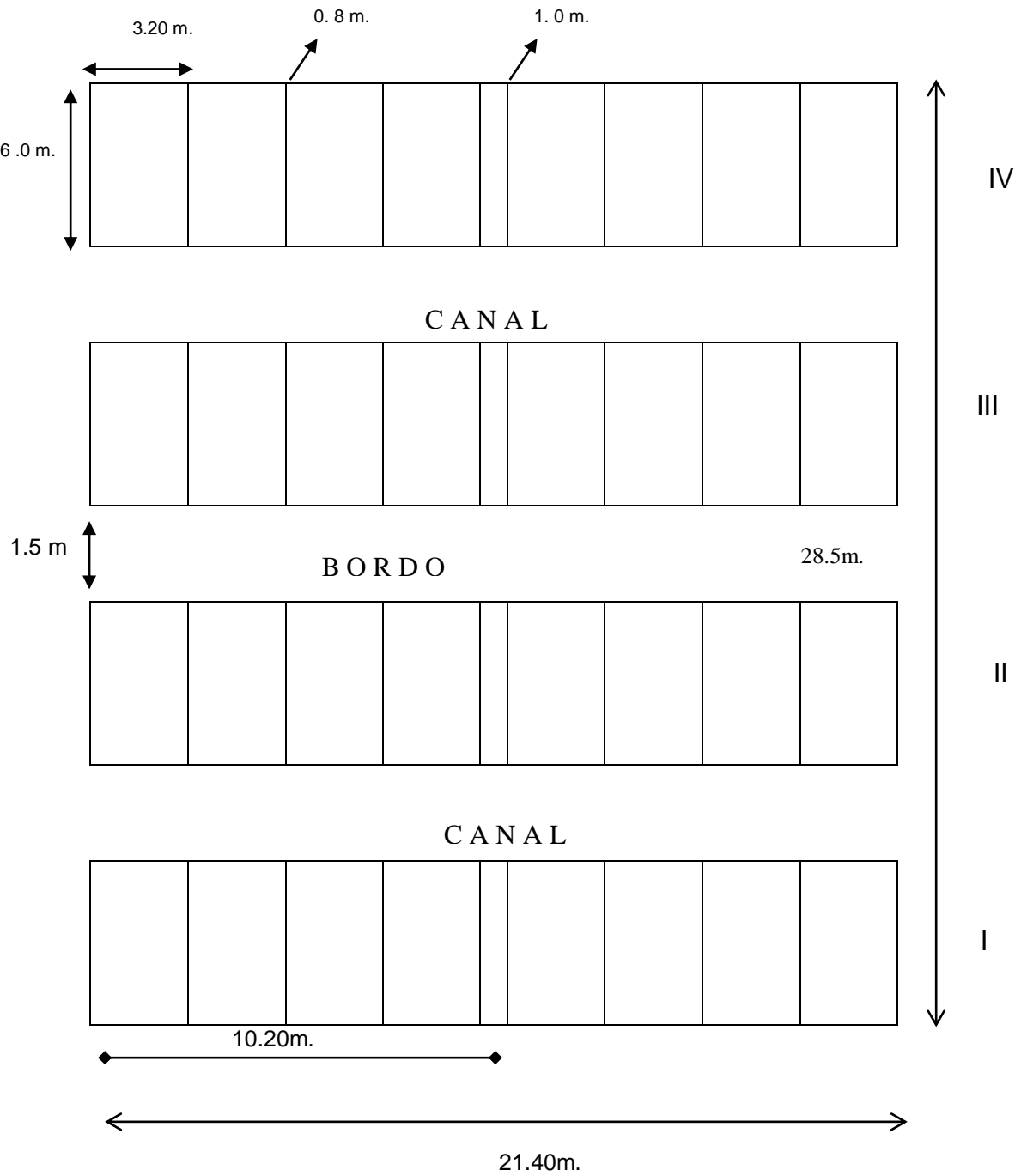
**Cuadro 8.8 Área foliar por planta (dm2)**

BLOQUES	E1				PARCELA	E2				PARCELA	TOTAL
	M1	M2	M3	M4		M1	M2	M3	M4		
I	32.10	31.10	28.32	26.46	117.98	30.10	26.14	25.13	24.10	105.47	223.45
II	28.46	29.60	26.10	28.34	112.50	26.14	27.84	26.76	22.18	102.92	215.42
III	36.18	26.72	24.36	30.16	117.42	28.79	28.16	25.88	26.72	109.55	226.97
IV	29.72	28.14	28.70	29.72	116.28	26.18	27.10	24.70	28.14	106.12	222.40
Σ ExM	126.46	115.56	107.48	114.68	464.18	111.21	109.24	102.47	101.14	424.06	888.24
PROM	31.62	28.89	26.87	28.67	29.13	27.80	27.31	25.62	25.29	26.91	28.02
Σ E	V1	464.18				V2	424.06				
PROM		29.01					26.50				
Σ M	F1	237.67	F2		224.80	F3	209.95	F4		215.82	
PROM		29.71			28.10		26.24			26.98	

**Cuadro 8.9 Número de nódulos por planta**

E1				PARCELA	E2				PARCELA	TOTAL
M1	M2	M3	M4		M1	M2	M3	M4		
28.00	36.00	24.00	32.00	120.00	42.00	28.00	33.00	21.00	124.00	244.00
14.00	44.00	28.00	20.00	106.00	24.00	16.00	17.00	24.00	81.00	187.00
32.00	18.00	28.00	18.00	96.00	30.00	32.00	15.00	36.00	113.00	209.00
24.00	26.00	34.00	18.00	102.00	26.00	44.00	18.00	28.00	116.00	218.00
98.00	124.00	114.00	88.00	424.00	122.00	120.00	83.00	109.00	434.00	858.00
24.50	31.00	28.50	22.00	28.00	30.50	30.00	20.75	27.25	27.08	27.54
V1	424.00				V2	434.00				
	26.50					27.13				
F1	220.00	F2		244.00	F3	197.00	F4		197.00	
	27.50			30.50		24.63			24.63	

**CROQUIS 01:  DIMENSIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL**



**CROQUIS 02: ALEATORIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

E <sub>2</sub>				E <sub>1</sub>				
M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>3</sub>		M <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>0</sub>

E <sub>1</sub>				E <sub>2</sub>				
M <sub>3</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>		M <sub>2</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>1</sub>

E <sub>1</sub>				E <sub>2</sub>				
M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>0</sub>		M <sub>3</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>

E <sub>2</sub>				E <sub>1</sub>				
M <sub>3</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>		M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>2</sub>